Aus der Medizinischen Universitätspoliklinik
Würzburg

Kommissarischer Direktor: Prof. Dr. med. H. Franke

ÄNDERUNG VON BLUTBILD, ARTERIO-VENÖSER SAUERSTOFFDIFFERENZ UND DURCHBLUTUNG IM VERLAUF DES AUTOGENEN TRAININGS

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
ULRICH BERGER
aus Berlin

Würzburg, den 26.08.1981

Aus der Medizinischen Universitätspoliklinik
Würzburg

Kommissarischer Direktor: Prof. Dr. med. H. Franke

ÄNDERUNG VON BLUTBILD, ARTERIO-VENÖSER SAUERSTOFFDIFFERENZ UND DURCHBLUTUNG IM VERLAUF DES AUTOGENEN TRAININGS

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
ULRICH BERGER
aus Berlin

Würzburg, den 26.08.1981

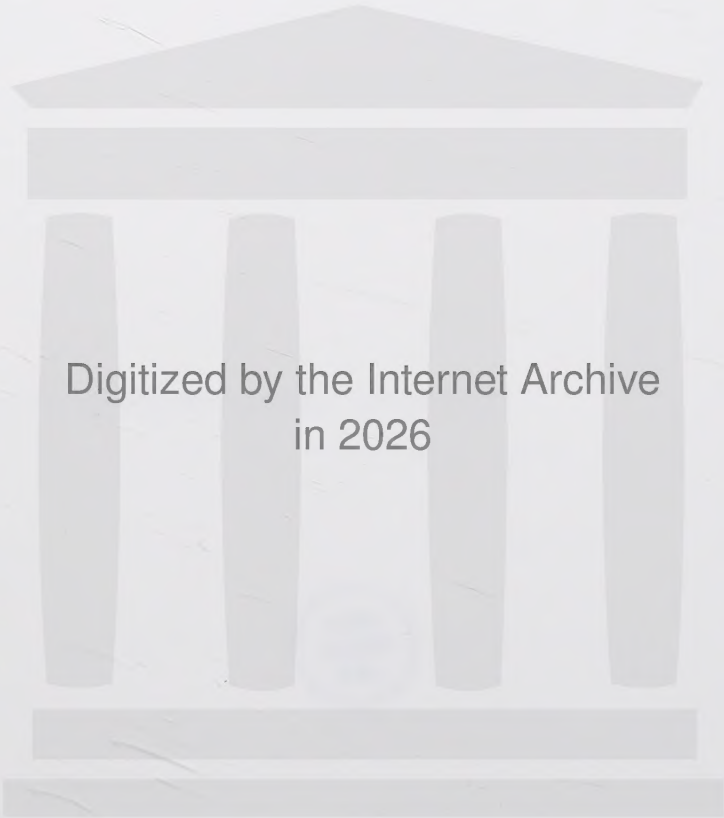
Referent:	Prof. Dr. med. P. POLZIEN
Korreferent:	Prof. Dr. med. H. FRANKE
Dekan:	Prof. Dr. med. K.H. WULF

Tag der mündlichen Prüfung: 27.11.1981

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

Meinen Eltern !



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543520_0098

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.0 Einleitung		1
1.1.	Literaturübersicht	1
1.2.	Zentrale Kreislaufveränderungen	2
1.3.	Periphere Kreislaufveränderungen	3
1.3.1.	Anatomie und Physiologie der Haut	7
1.3.2.	Mechanismen der Durchblutungsregulation	11
1.3.3.	Indirekte Durchblutungsbestimmung	14
1.4.	Zentrale Einflüsse des a.T. auf das Endokrinium	15
1.4.1.	Wirkungen von Cortisol	18
1.5.	Fragestellung	18
2.0. Methodik		19
2.1.	Probanden	19
2.2.	Einsatz der Probanden	20
2.3.	Messungen der Fingerhaut- und Rektaltemperatur	20
2.4.	Venenverschlußplethysmographie	21
2.5.	Oximetrie	23
2.6.	Blutbild	24
2.7.	Entnahme der Blutproben	24
2.8.	Versuchsablauf	25
2.9.	Auswertung der Versuchsergebnisse	27
2.10.	Statistischer Test	27
3.0. Ergebnisse		29
3.1.	Fingerhauttemperatur	29
3.1.1.	Gesamtkollektiv	29
3.1.2.	Einteilung in Gruppen	29

Seite

3.2. Rektaltemperatur 33
3.2.1. Gesamtkollektiv 33
3.2.2. Einteilung in Gruppen 33
3.3. Durchblutung des Fingers 37
3.3.1. Gesamtkollektiv 37
3.3.2. Einteilung in Gruppen 38
3.4. Oximetrie 41
3.4.1. Gesamtkollektiv 41
3.4.2. Einteilung in Gruppen 43
3.5. Blutbild 45
3.5.1. Rotes Blutbild 46
3.5.2. Weißes Blutbild 46
3.5.3. Differentialblutbild 48

4.0. Diskussion 52

4.1. Durchblutung und arterio-venöse Anastomosen (AVA) 52
4.2. Der Einfluß der Jahreszeit auf die Warmreaktion im a.T. 58
4.3. Der Einfluß der vegetativen Ausgangslage auf die Warmreaktion im a.T. 58
4.4. Haut- und Rektaltemperatur 59
4.5. Reaktive Hyperämie 61
4.6. Blutbild 63

5.0. Zusammenfassung 67

6.0. Literatur 70

Lebenslauf 79

Änderung von Blutbild, arterio-venöser Sauerstoffdifferenz und Durchblutung im Verlauf des Autogenen Trainings

1.o Einleitung

Das autogene Training, von J. SCHULTZ 1909 zum ersten Mal beschrieben, hat in den letzten Jahren zunehmend an Popularität gewonnen. Als sogenannte "kleine Psychotherapie" hat es vielfach Eingang in die tägliche Allgemeinpraxis gefunden. Einführungskurse stehen an vielen Volkshochschulen auf dem Programm, und immer wieder taucht die Frage auf, das autogene Training allgemein in Schulen zur Anwendung zu bringen (BAROLIN, 1978).

Eine therapeutische Maßnahme, die wie das autogene Training für eine große Anzahl von Indikationen in Massenverabreichung empfohlen wird, muß "Mißtrauen und den Eindruck der Gesundheitsneutralität erwecken" (zit. n. BAROLIN, 1978). Dies trifft allerdings nur begrenzt zu, denn eine Reihe von Untersuchungen zeigt auf, daß die Gesamtumschaltung im autogenen Training physiologische Veränderungen im menschlichen Organismus hervorruft. Sie übt Einfluß u.a. auf das Herz-Kreislaufsystem, die Atmung, den Gastro-Intestinaltrakt, die neuromuskuläre Aktivität und das Endokrinium aus. Zwangsläufig wird das autogene Training nur bei richtiger und sorgfältig gestellter Indikation eine wertvolle sowie erfolgreiche Behandlungsmethode darstellen.

1.1 Literaturübersicht

Um das subjektive Wärmeerlebnis zu objektivieren, stellte schon SCHULTZ Wärmestrahlungsmessungen am Handrücken auf, welche eine Differenz zwischen den Ausgangs- und Wärmewerten von o.5 - 1.1 ^{o}C ergaben (SCHULTZ, 1976).

Diese ersten, nur relativen Messungen wurden durch unmittelbare thermoelektrische Temperaturmessung erweitert, die weit

größere Temperaturanstiege lieferte. Erhöhungen bis zu 4 °C, bei Angiopathien bis zu 7 °C ließen sich nachweisen (SCHULTZ, 1976). GRABOWSKA (1971) beschreibt einen mittleren Hauttemperaturanstieg an der Hand in Hypnose von 1,4 °C.

Die ersten Messungen der Rektaltemperatur im autogenen Training parallel zur Hauttemperaturmessung lieferten weitere wichtige Erkenntnisse (POLZIEN, 1955): Die Kerntemperatur sank kontinuierlich um mindestens o.2 °C ab, während die Hauttemperatur anstieg (um 1,8 °C, distal mehr als proximal). Dabei stellte sich nie ein thermoregulatorisches Gleichgewicht ein und läßt auf eine gegenüber dem normalen Bewußtsein veränderte Thermoregulation schließen (POLZIEN, 1973).

Weiterhin kann der Anstieg der Hauttemperatur auf eine vermehrte Durchblutung hinweisen, wofür die schon 1926 von SCHULZ (1976) beobachteten Volumen- und Farbänderungen der Hände sprechen. Es lag daher nahe, diese Hypothese einer peripheren und/oder zentralen Kreislaufveränderung mit physiologischen Meßmethoden zu erhärten.

1.2 Zentrale Kreislaufveränderungen

A.K. JUS (zit. n. LUTHE, 1970) beobachteten an 15 gesunden Probanden eine Abnahme der Herzfrequenz. Auch LUTHE (1970) untersuchte den Einfluß der Schwereübung auf die Herzfrequenz, welche in einer Gruppe von 15 neurotischen, aber herzgesunden Patienten vor Beginn des Erlernens von autogenem Training (a.T.) und nach 4 Wochen Trainingszeit aufgezeichnet wurde. Es ergab sich ein geringer (5 %), aber doch signifikanter ($p < o.o1$) Abfall der Herzfrequenz. POLZIEN (1965) stellte bei der Untersuchung des EKG an 55 Probanden eine durchschnittliche Senkung der Herzfrequenz von 4 Schlägen/Minute fest mit einem mittleren Fehler des Mittelwertes von $\pm$ o.o6.

In Bezug auf das Blutdruckverhalten ergeben sich in der Literatur keine einheitlichen Ergebnisse. LUTHE (197o) konnte bei Versuchspersonen, die an verschiedenen Tagen während autogenem Trainung untersucht wurden, sowohl einen Anstieg wie auch einen Abfall des Blutdrucks beobachten. VAN RENSEN (zit. n. LINDEN, 1977) stellt fest, daß weder autogenes Training noch andere hypnotische Zustände eindeutige Blutdruckveränderungen hervorrufen.

1.3 Periphere Kreislaufveränderungen

Während sich über zentrale Kreislaufveränderungen nur Vermutungen anstellen lassen, sind die peripheren besser erforscht worden, da sie meßtechnisch leichter zugänglich sind.
Das Verhalten der Durchblutung beim Übergang von Kälte auf Wärme, in der arbeitenden Muskulatur sowie bei Emotion und Stress ist eingehend untersucht worden.
Beim Übergang von Kälte auf Wärme steigt die Durchblutung am Finger von 2 auf 1oo ml/1oo ml Gew.min an. Sie ist allgemein um so größer, je kleiner der Zylinderradius und das Verhältnis Oberfläche/Volumen des Meßortes ist; d.h. die Durchblutung wird am Finger stärker ansteigen als an der Hand oder am Arm. Hand: von 5 auf 3o ml/1oo ml Gew.min; Arm: von 3 auf 14 ml/cm^3 Gew.min (WILKINS, DOUPE u. NEWMAN, 1937/38, FREEMAN, 1935) (KUNKEL, STEAD u. WEISS, 1939, zit. n. ASCHOFF, 1947).
In der arbeitenden Muskulatur kann reaktiv der Blutdurchfluss auf das 1o - 12-fache der Ruhedurchblutung ansteigen (BARBEY, BARBEY, 1963, zit. n. DRUNKENMÖLLEu.BARTUSCH, 1971). Wie Untersuchungen von KNAUFF (1968) ergeben haben, läßt sich die gleiche 1o - 12-fache Durchblutungssteigerung auch durch emotionellen Streß (z.B. Kopfrechnen) erreichen. Gleichzeitig konnte jedoch nachgewiesen werden, daß dieser so vermehrte Blutstrom nutritiv nicht genutzt, sondern über sog. Bügelkapillaren abgeleitet wird (SCHRÖDER, 1966, zit. n. DRUNKENMÖLLE u. BARTUSCH, 1971).

Ebenfalls wurde beobachtet, daß induzierter emotioneller Streß eine Durchblutungssteigerung der Unterarmmuskeln bewirkt, jedoch die Haut in Abhängigkeit des anfänglichen Durchblutungsniveaus durchströmt wird (FENCL, HEIJCL, ZIRKA, MADLAFOUSEK u. BROD, 1959, zit. n. TEICHNER u. LEVINE, 1968). Bei hohem Blutdurchfluß nahm die Hautdurchblutung ab, bei niederem dementsprechend zu.

Weiterhin wurde während mentaler Arithmetik (Kopfrechnen !) bzw. der ihr zugesellten affektiven Komponente mit Hilfe der Okklusionsplethysmographie eine Durchblutungssteigerung im Unterarm und in der Wade bis zu 5oo % im Unterarm festgestellt. In den Händen dagegen war die Durchblutung eindeutig vermindert, in den Füßen waren die Befunde unterschiedlich. Durch die unterschiedliche prozentuale Gewebszusammensetzung (siehe Abb. 2) der menschlichen Extremitäten darf die emotionelle Mehrdurchblutung der proximalen Gliedmaßenanteile auf eine Zunahme des Blutvolumens in den Muskelgefäßen beruhen (DELIUS, 1969). Wenn aber Streß und Muskelarbeit eine Durchblutungssteigerung hervorrufen, so darf auch bei Entspannung, z.B. im a.T. eine Änderung der Durchblutung erwartet werden.

Die Durchblutungsuntersuchungen während des autogenen Trainings zeigen im Gegensatz zu den zentralen Kreislaufveränderungen eine deutlich größere Regelhaftigkeit. HARANO, OGAWA u. NARUSE (1965), DOBETA, SUGANO u. OHNO (1966) sowie VOGEL u. LANGEN (1966) berichten übereinstimmend, daß im Verlaufe des a.T. bei steigender Hauttemperatur eine Zunahme der Durchblutung eintritt. Dabei wurden allerdings bei gleichem Meßort (Finger) unterschiedliche Meßverfahren angewandt. Erstere benutzten einen Cadmium-Photozellen-Plethysmographen, im zweiten Fall wurden die Messungen mit einem von SUGANO eigens entwickelten plethysmographisch arbeitenden "impedance flowmeter" vorgenommen. Im Gegensatz dazu wurde bei VOGEL u. LANGEN die Durchblutung indirekt durch fortlaufende Registrierung der Wär-

meleitzahl mit dem "Fluvographen" von HENSEL ermittelt. An dieser Stelle soll ein kurzer Überblick über die Vor- und Nachteile verschiedener Methoden zur Durchblutungsmessung bei der Interpretation der Ergebnisse behilflich sein.

Vorzüge	Nachteile
Venenverschlußplethysmographie	
1. Direkte Messung der Durchblutung	1. Keine fortlaufende Registrierung
2. Quantitative Messung in absoluten Einheiten	2. Miterfassung anderer Gewebe
3. Integration über größere Gewebsbezirke	3. Nur an acralen Partien anwendbar
Wärmeleitmessung (lokale Wärme-Clearance)	
1. Fortlaufende Registrierung, optimale Erfassung der Dynamik	1. Quantitative Messung in relativen Einheiten, Absoluteichung schwierig
2. Isolierte Erfassung der Haut	2. Gefahr thermischer Störungen
3. An allen Stellen anwendbar	
4. Miterfassung der Anastomosen-durchblutung	
5. Erfassung kleiner Gewebspartien	
Radioisotopen-Clearance	
1. Isolierte Erfassung der Haut	1. Keine fortlaufende Registrierung
2. Erfassung der capillären Durchblutung allein (quantitativ ?)	2. Absoluteichung schwierig
3. An den meisten Stellen anwendbar	3. Schlechtes zeitliches Auflösungsvermögen
4. Erfassung kleiner Gewebspartien	4. Keine Erfassung der Anastomosen-durchblutung
	5. Radioaktivität

Abb. 1: Vergleich verschiedener Methoden zur Messung der menschlichen Hautdurchblutung (GOLENHOFEN, 1971).

Aus der vorstehenden Zusammenstellung geht hervor, daß jede Methode für bestimmte Fragen spezielle Vorzüge bietet. Zur Messung der Durchblutung während des a.T. wurde in dieser Untersuchung der Venenverschlußplethysmographie als einziger direkter Durchblutungsbestimmung der Vorzug gegeben.
Eine Steigerung der Durchblutung während Hypnose und a.T. ist aufgrund weiterer Beobachtungen wahrscheinlich (GRABOWSKA, 1971). Als Zielorte der Durchblutungssteigerung kommen vor allem Haut und Muskulatur in Betracht. Da quantitative Angaben

der kutanen Durchblutungsgröße häufig auf venenverschluß-plethysmographischen Untersuchungen basieren und damit alle im Plethysmographen eingeschlossenen Gewebspartien erfaßt werden, kann dennoch unter Berücksichtigung der Zusammensetzung der verschiedenen Extremitätenabschnitte (s. Abb. 2) doch gewisse quantitative Rückschlüsse auf den Anteil der Hautdurchblutung gewonnen werden (GOLENHOFEN, 1971).

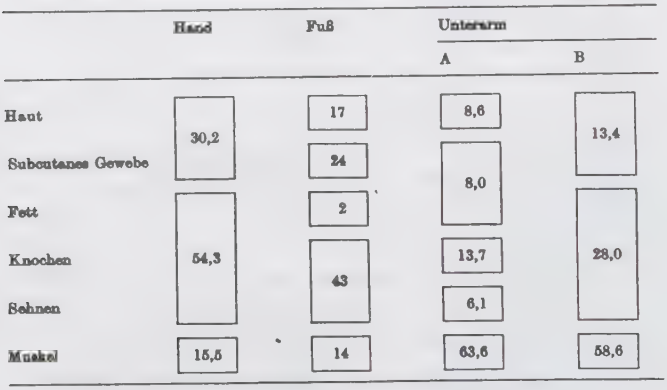


Abb. 2: Gewebszusammensetzung menschlicher Extremitäten in Volumen-Prozenten (GREENFIELD, 1963).

Da Finger mehr noch als die gesamte Hand aus Haut bestehen, und Sehnen, Fett als bradytrophe Gewebe vernachlässigt werden können, die Knochendurchblutung plethysmographisch nicht erfaßt wird, darf die gesamte Fingerdurchblutung als Hautdurchblutung angesehen werden (GREENFIELD, 1963). BARCROFT, (1955) fand bei Erwärmung des Körpers plethysmographisch ermittelte Anstiege der Wadendurchblutung, jedoch keine Zunahme der gleichzeitig bestimmten Muskeldurchblutung. Dies bedeutet aber einen Anstieg der Hautdurchblutung. Wenn bei allgemeiner Körpererwärmung die O_2-Sättigung des Blutes aus den oberfläch-

lichen, vornehmlich die Haut drainierenden Venen im Gegensatz zu den tiefen Venen, die das Blut aus der Muskulatur leiten, einen stufenweisen Anstieg von 4o - 72 % auf 85 - 99 % zeigt, darf daraus ebenfalls auf eine gesteigerte Hautdurchblutung geschlossen werden (RODDIE, SHEPHERD u. WHELAN, 1956). Auf die Besonderheiten der Hautdurchblutung soll eine kurze Darstellung über die Anatomie und Physiologie der Haut hinweisen.

1.3.1 Anatomie und Physiologie der Haut

Neben verschiedenen anderen Funktionen kommt der Haut im Bereich der Thermoregulation und des Wärmeaustausches eine zentrale Bedeutung zu. Dies wird bei Betrachtung der reichlichen Versorgung der Haut mit Gefäßen und Nerven verständlich.
Arterien und Venen bilden an der Grenze von Kutis und Subkutis ein tiefes subkutanes Gefäßnetz. Von ihm steigen Gefäße senkrecht auf und bilden noch ein undeutliches, mittleres Gefäßsystem im Korium und ein feinmaschiges, unterhalb der Papillen gelegenes, subpapilläres Netz. Von dem letzteren ziehen die Kapillarschlingen senkrecht in die Koriumpapillen (WALDEYER, 1974).

Pro mm^2 Hautoberfläche findet man 2o - 6o Kapillarschlingen, das bedeutet bei ca. 1.8 m^2 Haut eine enorme Gefäßdichte (SCHIEBLER, 1976). Kapillaren und das Vorkommen von Arteriovenösen Anastomosen (AVA) erklären die große Variabilität der Durchblutung unter verschiedenen Bedingungen. Sie nimmt zusammen mit dem möglichen Durchblutungsmaximum parallel zur Anzahl der AVA zu und erreicht in den Fingerspitzen die höchsten Werte. Hier findet man bei Vasokonstriktion eine Durchblutung von o.2 ml/1oo ml .min, bei Vasodilation dagegen von 12o ml/1oo ml .min. Damit beträgt die Schwankungsbreite der Durchblutung am Finger ca. 1 : 6oo, an der Hand im Vergleich

dazu nur zwischen 1 : 3o und am Schalengewebe des Rumpfes zwischen 1 : 7. Daraus ergibt sich zwangsläufig, das die Extremitäten hervorragend geeignet sind, den Wärmewiderstand zwischen Kern und Oberfläche maximal groß oder klein zu machen, d.h. aber die Wärmeabgabe bei kleinem inneren Temperaturgefälle (hohe Hauttemperatur) weit über Durchschnitt zu fördern oder in kalter Umgebung Wärme für den Körper zu sparen (ASCHOFF, 1971).

Weiterhin können Arterien und Venen, die lange Strecken parallel laufen, beträchtliche Wärmemengen austauschen, d.h. durch ein transversales Temperaturgefälle zwischen arterieller und venöser Seite strömt Wärme über, ohne die Peripherie zu erreichen. Dieser Kurzschluß ist umso wirksamer, je langsamer das Blut strömt oder je tiefer die Raumtemperatur ist und wird als Gegenstrom-Wärmeaustauschprinzip bezeichnet (ASCHOFF, 1971). Für den venösen Rückstrom stehen dabei zwei Wege zur Verfügung: In Wärme sind die oberflächlichen Hautvenen durchströmt, die Wärmeabgabe erfolgt nach außen, der Wärmekurzschluß ist gering; in Kälte fließt das Blut durch die den Arterien dicht anliegenden Venae comitantes, wodurch sich der Wärmekurzschluß maximal auswirken kann (ASCHOFF, 1971).

Als Sondergefäße mit Spezialfunktionen sind im Bereich der Akren die Arteriovenösen Anastomosen (AVA) lokalisiert. Im Nagelbett des Fingers befinden sich etwa 1o AVA/1o mm^2 Haut. Sie sind mit zahlreichen Nerven versorgt, die wahrscheinlich aus sympathischen und parasympathischen Fasern bestehen (GORGAS, BÜCK, TISCHENDORF u. CURRI, 1977). Die AVA stellen unmittelbare, kontraktionsfähige Verbindungen zwischen kleinen Arterien und Venen dar, die keinen Kapillarcharakter besitzen, in denen kein Stoffaustausch stattfindet und die eine spezifische Regulation besitzen (STAUBENSAND, 1955; PIPER u. SCHOEDEL, 1954; GOLENHOFEN, 1967, zit. n. HAMMERSEN, 1968).

Morphologisch sind nach CLARK und CLARK (1934, zit. n. ILLIG, 1961) 2 Typen zu unterscheiden, zwischen denen es zahlreiche Übergänge gibt:

- die gestreckte Form, die Brückenanastomose von STAUBE u. GENSCHOW (1952, zit. n. ILLIG, 1961)

- die geschlängelte Form (HOYER-GROSSER Organ), die zur Konvolutbildung neigt, d.h. oft entspringen 3 - 4 solcher geschlängelten AVA dicht nebeneinander und münden zusammen in die gleiche Vene.

Die folgende Darstellung zeigt eine AVA der geschlängelten Form in topographischer Beziehung zur Haut.

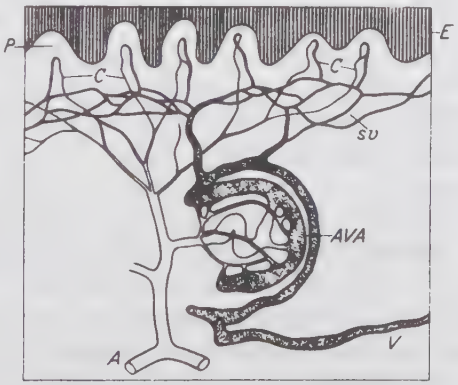


Abb. 3: Halbschematische Darstellung der Hautstrombahn mit Arteriovenöser Anastomose (Fingerbeere)
E: Epidermis, P; Papillarkörper, C: Epidermiskapillaren, sv: subpapilläres Venennetz (zugleich Grenze der vitalmikroskopischen Einsehbarkeit der Hautstrombahn, A: subkutane Arterie, V: subkutane Vene (Unter Verwendung einer Zeichnung von MESCON, HURLEY u. MORETTI, 1956, aus ILLIG, 1961).

Alle AVA haben eine starke Muskelschicht, die ein lebhaftes Funktionsspiel mit periodischen Weitenänderungen begünstigt und die rhythmische, niemals synchrone Tätigkeit bewirkt (TISCHENDORF u. CURRI, 1956, zit. n. ILLIG, 1961).
Durch plötzliche Eröffnung einer AVA kommt es in der Mutterarterie zur Ablenkung des Erythrozytenfadens mit möglichem

Leerlaufen bzw. "plasma-skimming" in den peripher gelegenen Kapillargebieten. In der zugehörigen Vene kann dagegen Strömungsumkehr mit paradoxem Rückstrom in den Kapillarbereich eintreten (ILLIG, 1961). Ist die Kapillare im Fingerfalz geöffnet, beträgt die lineare Strömungsgeschwindigkeit o,84 $\pm$ o,53 mm/sec im arteriellen und o,47 $\pm$ o,29 mm/sec im venösen Schenkel der Kapillarschlinge (BOLLINGER, MAHLER u. ANLIKER, 1976). Die großen Streuungen in der linearen Strömungsgeschwindigkeit weisen u.a. auch auf die Existenz von AVA hin.

Bei Abkühlung unter 2o ^{o}C scheint die Zahl der durchströmten AVA vermindert.
Bei Erwärmung über 26 ^{o}C sind mehr AVA zu sehen, bei Erwärmung über 38 ^{o}C öffnen sich vorher verschlossene, und rhythmisch tätige dilatieren sich noch stärker als vorher (CLARK u. CLARK, 1934, zit. n. ILLIG, 1961).
Diese Beobachtungen lassen sich durch die Physiologie der Kurzschlußdurchblutung erklären.

Von ihrer Funktion her betrachtet sind die AVA keine echten Kurzschlüsse, sondern vollwertige Organe des Wärmeaustausches. Da die Transportierbarkeit für Wärme im Gewebe etwa 1oo-fach besser ist als für die nutritiv wichtigen Stoffe (z.B. O_2 und CO_2), sind für den Wärmeaustausch keine solch schmalen und langen Austauschwege wie es die für den Stoffaustausch so wichtigen Kapillaren darstellen, notwendig. Das Kaliber und die Länge der AVA reicht dafür vollständig aus. Aus demselben Grunde müssen auch die Austauschzonen nicht so nah an der Oberfläche liegen. Die AVA ermöglichen also bei guter Funktion als Wärmeaustauschgefäße eine viel größere spezifische Durchblutung (Durchblutung/Gewebseinheit) als dieses bei einer aus engen und langen Kapillargefäßen bestehenden Strombahn je erreicht werden könnte (GOLENHOFEN, 1968).

Nur ein hoch spezialisiertes Regelsystem wird den Gefäßen (und AVA) ihr subtiles Funktionsspiel zur optimalen Durchblutungseinstellung ermöglichen.

1.3.2 Mechanismen der Durchblutungsregulation

Für die zentrale Steuerung der Hautzirkulation ist neben dem humoralen Weg über die endogene Ausschüttung der Hormone Adrenalin und Noradrenalin aus dem Nebennierenmark und der lokalen Regulation über chemische und mechanische Faktoren die nervale Steuerung von größter Bedeutung. Die Innervation der Gefäßmuskulatur variiert stark bei den verschiedenen Körperregionen. Die kombinierte konstriktorische und dilatatorische Innervation kann dabei als das Normale angesehen werden, wobei die relative Wertigkeit von Ort zu Ort verschieden ist (GOLENHOFEN, 1971): Eine akute Ausschaltung der Innervation macht den autonomen Tonus der Gefäße deutlich. Die Akren stehen bei geringem autonomen Tonus ganz unter Kontrolle vasokonstriktorischer, noradrenerger Nerven, d.h. eine Steigerung der Durchblutung wird dann wohl durch Abnahme des Vasokonstriktorentonus hervorgerufen, während umgekehrt Streß auf einer Zunahme der Aktivität vasokonstriktorischer Nerven beruht.
Bei den proximalen Extremitäten dagegen ist der autonome Tonus stark ausgeprägt, die vasokonstriktorische Innervation viel schwächer, und nur mit Hilfe vasodilatatorischer Nerven können die maximalen Durchblutungswerte erreicht werden (zit. n. GOLENHOFEN, 1971). Das heißt: Über cholinerge, sympathische Nerven wird die Schweißbildung in Gang gesetzt, die beim Menschen mit einem Anstieg der Bradykinin-Bildung einhergeht und die "aktive Vasodilatation" der Hautgefäße bedingt (GOLENHOFEN, 1971). Ebenfalls eine Dilatation der Hautgefäße wird durch antidrome Erregung afferenter Nervenfasern verursacht. Als Überträgerstoff wird hier das ATP diskutiert (HOLTON, PERRY, 1951, zit. n. GREENFIELD, 1963).

Bei Betrachtung der Hautdurchblutung muß auch das Spontanverhalten Berücksichtigung finden:

1. Schnelle Rhythmen

Die pulsatorischen und respiratorischen Schwankungen (Blutdruckwellen 1. bzw. 2. Ordnung) wirken sich im kapillären Durchfluß kaum noch aus, dagegen sind die Blutdruckwellen 3. Ordnung (THM-Wellen, 1o sec-Rhythmus) für die periphere Durchblutung von Wichtigkeit, d.h. die Hautgefäße werden durch entsprechende Schwankungen der vasokonstriktorischen Innervation am 1o sec-Rhythmus beteiligt (GOLENHOFEN, 1971).

2. Minutenrhythmus

Stärker und auffälliger sind noch langsamere Wellen der Hautdurchblutung von einer Periodendauer zwischen o.5 - 2 Minuten. Sie sind ebenfalls zentral nerval gesteuert und an den akralen Hautpartien bei mittlerem Gefäßtonus besonders ausgeprägt (ASCHOFF, 1944; BURTON, 1939; BURTON u. TAYLOR, 194o; HENSEL, 1955, 1964; SCHRÖDER, 1959; STEIN, 1954; zit. n. GOLENHOFEN, 1971).

3. Tagesrhythmen und langsame Schwankungen

Noch langsamere Schwankungen der Hautdurchblutung sind eng mit der Thermoregulation verbunden (ASCHOFF, 1958; HENSEL, 1955; HILDEBRANDT, 1962, zit. n. GOLENHOFEN, 1971).
Bei der Steuerung der circadianen Kerntemperaturveränderung (s. Abb. 4) spielt die akrale Hautdurchblutung eine entscheidende Rolle: Sie erreicht in der Zeit des steilen Rückgangs der Kerntemperatur, also zwischen 2o und 23 Uhr, ihr Maximum, was sich durch vermehrte Wärmeabgabe der Hand äußert. Sie ist dabei stärker von der Änderungsgeschwindigkeit der Kerntemperatur abhängig als von deren absoluter Größe (ASCHOFF, 1955; HILDEBRANDT, 1962, zit. n. GOLENHOFEN, 1971).

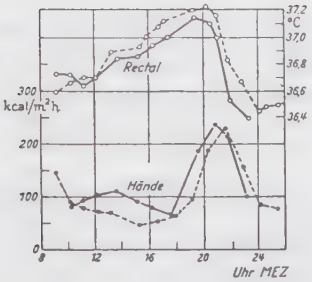


Abb. 4: Tagesrhythmische Schwankungen der Hautdurchblutung an der Hand, 2 verschiedene Versuche: Oben: Rektaltemperatur. Unten: Wärmeabgabe der Hände an strömendes Wasser von 32 °C, als Maß für die Hautdurchblutung. Konstante Umgebungsbedingungen (ASCHOFF, 1955, aus GOLENHOFEN, 1971).

Weiterhin wirken sich extrem langsame Rhythmen, wie die Monats-, und Jahresrhythmik auf die Hautdurchblutung aus, wie Abb. 5 zeigt (HILDEBRANDT, 1962, zit. n. GOLENHOFEN, 1971). Diese steht generell in den Wintermonaten (November - März) unter einem stärkeren Vasokonstriktorentonus (um ca. 3o %), der in den Sommermonaten weitaus weniger ausgeprägt ist (ASCHOFF, 1971).

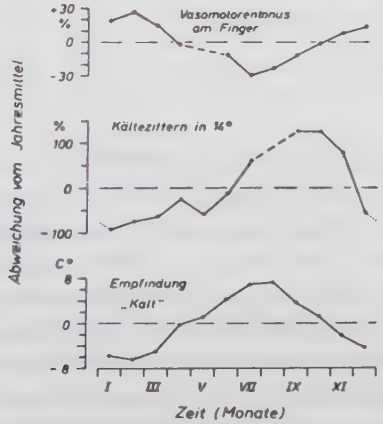


Abb. 5: Jahresperiodik beim Menschen. Oben: Vasomotorentonus im Finger, gemessen bei lokalem Kältereiz in 19 °C Raumtemperatur, beim Kältezittern nach Aufenthalt von 1 Std. unbekleidet in einem Raum mit 14 °C (Mitte) und der Kälteempfindung der Lufttemperatur (unten) des Menschen (aus: ASCHOFF, 1971).

Thermoregulation und Durchblutung werden nicht nur durch periphere Mechanismen gesteuert, sondern unterliegen im Besonderen der Kontrolle zentralnervöser Zentren, die vorwiegend im Hypothalamus lokalisiert sind. Zwei verschiedene Zentren werden unterschieden:

1. Das Erwärmungszentrum: Es wird von Kaltrezeptoren der Haut erregt und bedingt durch Verengung der Hautgefäße und Erhöhung des Muskeltonus eine Steigerung der Körpertemperatur.

2. Das Kühlzentrum: Es wird durch Erhöhung der Bluttemperatur erregt und löst mit Gefäßerweiterung der Haut sowie Steigerung der Schweißsekretion bei gleichzeitiger Hemmung des Erwärmungszentrums eine Senkung der Körpertemperatur aus (SCHMIDT u. THEWS, 198o).

Durch Wechselwirkung dieser Zentren untereinander, sowie über Afferenzen und Efferenzen mit der Peripherie wird eine Vielzahl von Einzelmechanismen koordiniert und ein Gleichgewicht zwischen Wärmebildung und Wärmeabgabe hergestellt. Damit wird eine rasche Temperatureinstellung auch von größerer Breite ermöglicht und gestattet durch hohe Regelgenauigkeit eine optimale Funktion.

1.3.3 Indirekte Durchblutungsbestimmung

Eine andere Möglichkeit indirekt Aufschluß über Veränderungen der Durchblutung zu erhalten, besteht in einer Bestimmung des venösen O_2-Gehaltes. Wenn Blut aus Venen gewonnen wird, die ausschließlich die Haut drainieren, und wenn man einen konstanten O_2-Verbrauch der Haut annimmt, so kann man aus Änderungen des venösen O_2-Gehaltes auf Änderungen der Durchblutung schließen (RODDIE, SHEPHERD u. WHELAN, 1957). Zur Bestimmung des O_2-Gehaltes bietet sich vornehmlich die photometrische Methode an. Sie hat den Vorteil gegenüber dem früher üb-

lichen volumetrischen Verfahren nach VAN SLYKE, daß während der Untersuchung die entnommenen Blutproben unmittelbar ohne Zeitverlust analysiert werden können (HAMMAN, 1975).

1.4 Zentrale Einflüsse des a.T. auf das Endokrinium

Zentralgesteuerte Einflüsse lassen sich nicht nur auf den Kreislauf, sondern auch auf das Endokrinium nachweisen. SCHULTZ (1976) beobachtete folgenden Fall, ohne ihn in irgendeiner Weise für verwertbar zu halten:

Eine 5o-jährige, schwer psychopathische Frau leidet an anfallsweiser Gewichtszunahme mit Kopfschmerzen. Außer der monströsen Adipositas ergab sich kein pathologischer Befund. Die Patientin wurde konzentrativ so eingestellt, daß eine Heißdurchwärmung der Schilddrüse dargestellt wurde in der Absicht, durch aktive Hyperämie eine Funktionssteigerung dort zu bewirken. Dabei kam es schließlich zu erheblichen Gewichtsverlusten, bedingt durch Erscheinungen wie intensive Harnflut und häufig durch profuse universelle Schweißsekretion trotz kühler Witterung.
In diesem Zusammenhang scheint außerdem der Nachweis von POLZIEN (1965, zit. n. SCHULTZ, 1976) wichtig zu sein, daß a.T. den Grundumsatz bei Hyperthyreosen senkt. Veränderungen im Schilddrüsenstoffwechsel beobachtete auch LUTHE (197o): Bei 15 von 2o Patienten zeigte die Differenz von totalem und proteingebundenem Jod eine Tendenz zur Abnahme mit steigender Übungsdauer von a.T., d.h. daß eine Adsorption von Jod auf noch unbekanntem Wege stattgefunden hat.

Den Einfluß des a.T. auf das Serum-Cholesterin beschreibt AYA (1967). Er untersuchte den Cholesterinspiegel im Serum bei a.T. an 2 Gruppen mit unterschiedlicher Suggestibilität. Die Gruppe mit hoher Suggestibilität zeigte im Gegensatz zu derjenigen mit niederer Suggestibilität mit steigender Trainingsdauer ein deutliches Absinken des Serumcholesterins.

MARCHAND (1956) untersuchte den Blutzuckerspiegel sowie die Leukozytenzahl im hypnotischen Zustand und konnte bei 5 Vpn. übereinstimmend Blutzuckererhöhungen um mindestens 3o % bei der Suggestion einer gesteigerten Leberdurchblutung und Senkungen bis zu 2o % bei der Suggestion einer gesteigerten Pankreasdurchblutung feststellen. In einer ähnlichen speziellen Versuchsanordnung mit Suggestion einer gesteigerten Leberdurchblutung reagierten 7 von 11 Vpn mit deutlichen Blutzuckererhöhungen von im Durchschnitt 4o % des Ausgangswertes mit gleichsinnigem Verlauf der Leukozytenkurve. 1 Vpn blieb ohne Reaktion; sie gab an, fest eingeschlafen zu sein. 3 Vpn zeigten deutliche Senkungen des Blutzuckers, die um 3o % unter dem Ausgangswert lagen; die Leukozyten verhielten sich gleichsinnig. 2 von diesen Vpn stellten das Wärmeerlebnis im a.T. dar. Dabei handelt es sich aber nicht um eine Durchwärmung der Lebergegend, sondern um die Vorstellung "Sonnengeflecht strömend warm".

Zwei wichtige Beobachtungen gaben Anlaß zur Untersuchung der Nebennierenrinden (NNR-) Aktivität:

1. Besserungen und Normalisation einer Anzahl von klinischen Fehlfunktionen, besonders der vegetativ bedingten Störungen bei Anwendung von a.T., ließen auf Beteiligung des neurohumoralen-Systems schließen (Cortex, Thalamus, Formatio reticularis, limbisches System, Hypothalamus, Hypophyse, Nebenniere). Damit liegt nahe, daß Änderungen der ACTH-Sekretion, der NNR-Aktivität sowie der Produktion und Freigabe von Cortison möglich sind und einen Hinweis zur Klärung der vielfältigen physiologischen Effekte des a.T. liefern (LUTHE, 197o). ALNAES und SKAUG (1965) unterstützen diese Hypothese durch folgendes Experiment, das als Doppel-Blind-Versuch an 3 Gruppen durchgeführt wurde: Bei der 1. Gruppe (12 Vpn) kam das Vorgehen neutraler Heterohypnose zur Anwendung. Bei der 2. Gruppe mit insgesamt 13 Vpn (5 Kurz-, 8 Langtrainierte) wurde das Verfahren der passi-

ven Konzentration mit Autosuggestion der Schwere-, Wärmeformel gewählt. Die 1o Vpn der 3. Gruppe dienten als Kontrolle und verweilten während der Versuchsanordnung in entspannter, liegender Stellung, ohne in einen Versenkungszustand versetzt worden zu sein. Die Blutentnahme erfolgte vor Beginn, nach der 15 min dauernden Versuchsperiode und 5 min später. Dabei zeigte sich (Abb. 6), daß der Cortisolspiegel im Plasma bei den 8 Langtrainierten im Gegensatz zur Kontroll- und Heterohypnosegruppe von einem deutlich höheren Anfangsniveau kontinuierlich und signifikant während des a.T. absank, wobei der Ausgangswert bei erheblichen individuellen Schwankungen erst nach 2o min oder mehr wieder erreicht wurde.

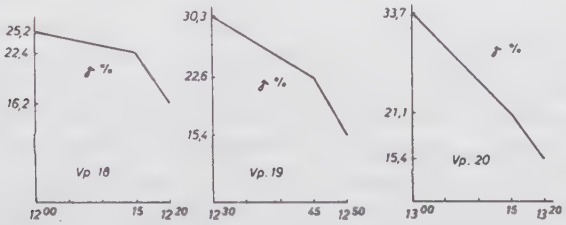


Abb. 6: Änderungen der Plasmakonzentration von Cortisol bei 3 Langtrainierten mit jeweils 3 Blutbestimmungen (ALNAES u. SKAUG, 1965).

Dieser Befund steht mit der Beobachtung im Einklang, daß der Cortisolspiegel im Plasma von Frauen sinkt, die während starker Wehentätigkeit und Entbindung autogenes Training betreiben (YOKAMURA u. GOTO, 1967, zit. n. LUTHE, 197o).

2. Wenn im Rahmen des Adaptionssyndroms (SELYE, 1947) die Antwort des menschlichen Körpers auf Streß, endokrine Veränderungen in Form einer verstärkten Steroidproduktion wirksam werden, dann stellt sich die Frage, ob der Entspannungszustand oder das a.T. mit entgegengesetzten Veränderungen des Cortisolspiegels einhergeht und in wieweit diese sich auswirken.

1.4.1 Wirkungen von Cortisol

Neben den mannigfaltigen Wirkungen des Cortisols u.a. auf den Kohlenhydrat-, Fett-, Elektrolyt-, Wasserstoffwechsel sowie auf den Eiweißhaushalt, das Bindegewebe, den Magen-, Darmtrakt, die Haut und das Zentralnervensystem ist sein Einfluß auf das hämatopoetische System von großer Bedeutung. So führt Cortisol zu einer Leukozytose mit Eosinopenie und Lymphopenie, zu einer Erhöhung der Thrombozyten und Erythrozyten sowie zu einer Verminderung des lymphatischen Gewebes. Da Streß einen äußerst raschen Anstieg der Leukozytenzahl im Sinne einer neutrophilen Leukozytose bedingt (SIEGENTHALER, 1976), dürfte bei a.T. unter Senkung des Cortisolspiegels eine Leukopenie zu erwarten sein.

1.5 Fragestellung

Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit der Frage, ob das hämatopoetische System, das im Gegensatz zum Herz-Kreislaufsystem nur schwer zu beeinflussen ist, während autogenem Training bei simultaner, thermoelektrisch registrierter Haut-, und Rektaltemperatur eine gerichtete Veränderung aufweist. Weiterhin sollte die Durchblutung mit der Venenverschluß-plethysmographie direkt sowie indirekt durch die venöse, oximetrisch bestimmte O_2-Messung ermittelt werden.

2.o Methodik

2.1 Probanden

Für die Untersuchungen stellten sich 13 männliche und 2 weibliche Probanden, die die Technik des autogenen Trainings beherrschten, ausnahmslos Studenten, zur Verfügung. 12 von ihnen hatten schon an anderen Versuchen mit a.T. teilgenommen, während die 3 anderen, darunter die beiden weiblichen Versuchspersonen, zum ersten Mal an einem solchen Experiment teilnahmen. In wieweit sich dies auf die Versuchsergebnisse auswirkte, wird noch zu zeigen sein. Alle Vpn hatten das a.T. unter Anleitung (14) oder im Einzelunterricht (1) gelernt. Dies lag zum Zeitpunkt der Versuche im Mittel um mehr als 2 Jahre zurück, nur 2 Vpn hatten das a.T. vor weniger als einem Jahr begonnen.

Folgende Angaben wurden durch Auswertung eines vor Versuchsbeginn vorgelegten Fragebogens gewonnen:

Der Anlaß, das a.T. zu erlernen, war für einige Vpn die Hoffnung auf persönliche Hilfe bei Konzentrationsschwäche, Nervosität und vegetativen Störungen, sowie der Wunsch nach gezielter Entspannung. Andere Vpn erlernten das a.T. im Rahmen ihres Medizin- oder Psychologie-Studiums und begannen es aus Interesse und der Notwendigkeit, a.T. im späteren Beruf weiterzuvermitteln, selbst auszuüben.

Von den 15 Vpn trainierten nur 2 regelmäßig, bei den anderen kamen Übungsunterbrechungen von Wochen oder sogar Monaten vor. Die Mehrheit übte mindestens 1 mal am Tage, vor allem am späten Nachmittag und Abend. Dabei wurde überwiegend in liegender Körperhaltung geübt, nur ein Proband bevorzugte die Droschkenkutscherhaltung. Alle Probanden stuften sich selbst bezüglich des Lernfortschritts in die Unterstufe ein.

Die Umschaltung auf das Schweregefühl gelang den Probanden nach eigenen Angaben durchschnittlich in der 2. - 5. min, in 4 Fällen bereits in der 1. min, in 2 Fällen erst nach 5 - 15 min. Die durchschnittliche Dauer der gesamten Übung lag bei 1o - 2o min (12 Vpn), nur 1 Vpn übte lediglich 6 - 8 min, 3 Vpn dagegen bis zu 3o min.

Außer der Schwere-, Wärmeübung wurden noch folgende Übungen trainiert (geordnet nach sinkender Häufigkeit):

Atemübung	(15)
Herzübung	(12)
Stirnkühlung	(12)
Vorsatzbildung	(5)
Selbstschau	(3)
Sonnengeflecht	(3)

Der Erfolg des a.T. wurde von 5 Vpn als sehr zufriedenstellend, von 8 Vpn als zufriedenstellend und von je 1 Vpn als indifferent und weniger zufriedenstellend eingeschätzt.

Eine positive Wirkung von a.T. empfanden die Probanden auf

Entspannungsfähigkeit	(13)
Konzentration	(8)
körperliches Wohlbefinden	(8)
Schlaf	(5)
Muskelspannung	(3)
Vorsatzbildung	(3)
Empfindungssteigerung	(2)
Selbstschau	(1)
Gefäßregulierung	(1)

2.2 Einsatz der Probanden

Wie im Kapitel 1.3.2. (Mechanismen der Durchblutungsregulation, s.S. 11)) ausgeführt und Abb. 5 zeigt, existiert beim Vasomotorentonus am Finger eine Tages- und Jahresperiodik.

Eine Durchführung der Versuche zu Tageszeiten, an denen an den Akren ein hoher Vasomotorentonus und damit eine relativ niedrige Durchblutung und Hauttemperatur herrscht, lassen durch Nachlassen des Sympathikustonus im a.T. eine deutlichere Reaktion erwarten; ein hohes Ausgangsniveau der Durchblutung und Temperatur läßt bei gleichem Maximum einen geringeren Anstieg zu als ein niederes. Ein Vergleich der Versuchszeiten zwischen 11 und 19.3o Uhr mit dem in Abb. 4, s. S. 13, dargestellten Tagesgang der Hauttemperatur zeigt, daß für eine objektive Erfassung der Wärmereaktion im a.T. die Wahl der Versuchszeiten richtig war.

Im Hinblick auf die Jahresperiodik des Vasomotorentonus am Finger (vgl. Abb. 5, S. 13) sind in der Zeit von November bis März eindeutigere Ergebnisse zu erwarten als zu den übrigen Zeiten des Jahres. Dies konnte bei der Versuchsplanung nicht vollständig berücksichtigt werden, da die Probanden aus terminlichen Gründen in der vorlesungsfreien Zeit (März, April) an den Versuchen nicht teilnehmen konnten. Daher wurde ein Teil der Versuche im Januar und Februar 1979, der übrige Teil im Mai 1979 durchgeführt. Ob ein Unterschied der Wärmereaktion zu verschiedenen Jahreszeiten zu erfassen ist, wird im Kapitel "Ergebnisse" noch darzustellen sein.

2.3 Messung der Fingerhaut- und Rektaltemperatur

Die Temperaturmessung erfolgte mit Thermoelementen, die vor Versuchsbeginn im Wasserbad geeicht worden waren. Das eine

Thermoelement wurde auf der Dorsalseite der Endphalanx des Mittel- oder Ringfingers, proximal des Nagelwalles, mit konstantem Druck mittels eines Heftpflasterstreifens fixiert, wobei auf guten Kontakt und Wärmeübergang zwischen Haut und Meßfühler geachtet wurde. Das zweite Thermoelement wurde mit einer dünnen Polyäthylenhülle überzogen und rektal eingeführt. Die Kabel der beiden Thermoelemente wurden in den Nebenraum geführt, in dem aus Gründen der Störungsminderung die Registriereinrichtung für die Temperaturmessung untergebracht war und von einer assistierenden Person bedient wurde. Bei der Temperaturregistriereinheit handelte es sich um den Micrographen BD 5 mit Meßstellenwähler BA 5 der Fa. Kipp & Zonen (Delft, Niederlande).

2.4 Venenverschlußplethysmographie

Die Venenverschlußplethysmographie ist die einzig quantitative und gleichzeitig klinisch wichtigste Methode zur Messung der Extremitätendurchblutung. Sie wurde bereits 1909 von HEWLETT und van ZWALUWENBERG (zit. n. BARENDSEN, 1973) beschrieben. Ihr liegt folgendes Prinzip zugrunde:

Blockiert man durch eine Druckmanschette den venösen Blutabfluß einer Extremität mit Drücken, die tiefer als der arterielle diastolische Druck liegen müssen, so ergibt sich distal der Manschette eine Volumenzunahme, die dem arteriellen Einstrom entspricht. Dieser Volumenzuwachs ist bei gleichbleibendem arteriellen Bluteinstrom über mehrere Pulsschläge linear, weil eine größere Blutfülle von dem muskelschwachen und großvolumigen Venensystem der Extremität ohne Druckanstieg aufgenommen werden kann. Aus diesem Anstieg des Extremitätenvolumens läßt sich die Durchblutungsgröße errechnen. Bei der Messung der Volumenänderung sind mehrere Wege beschritten worden. Die von BRODIE u. RUSSELL (1905, zit. n. BARENDSEN, 1973) und HEWLETT u. van ZWALUWENBERG (1909, zit. n. BARENDSEN, 1973) beschriebenen Apparaturen waren wasser- bzw. luftgefüllte Plethysmographen, wie sie im Prinzip z.T. noch heute verwendet werden. Hierbei entsprach die verdrängte Wasser- bzw. Luftmenge während der venösen Blockade dem arteriellen Bluteinstrom.

Die bei den vorliegenden Versuchen benutzte Methode wurde erstmalig von GLASER 1939 (zit. n. Werkprospekt d. Fa. GUTMANN) und später von WHITNEY 1953 (zit. n. BARENDSEN, 1973) beschrieben. Hierbei wird die Umfangsänderung der Extremität durch einen Dehnungsmeßstreifen, einem mit Quecksilber gefüllten Silikonschlauch, gemessen, der distal des Staus angelegt wird. Die Quecksilbersäule erhöht bei Dehnung des Schlauches ihren elektrischen Widerstand, der über eine Wheatstone'sche Brückenschaltung registriert wird. Die Umfangsänderung erlaubt einen Rückschluß auf die Volumenänderung,

weil die Länge der Extremität gleich bleibt und damit die Volumenzunahme der Zunahme der Querschnittsfläche entspricht. Für die vorliegenden Versuche wurde die Plethysmographie-Anlage "Periquant 3000" der Fa. Gutmann (D 8191 Eurasburg/ bei München) mit geeichten Meßfühlern für Finger benutzt. Die Blockade des venösen Rückstroms wurde durch eine kleine pneumatische Manschette erreicht, die von Hand in Bruchteilen einer Sekunde aufgepumpt wurde; der Druck von 6o mmHg wurde dabei durch ein übliches Manometer kontrolliert. Abb. 7, s. unten, zeigt die Hand einer Vpn mit angelegter Manschette und Meßfühlern.

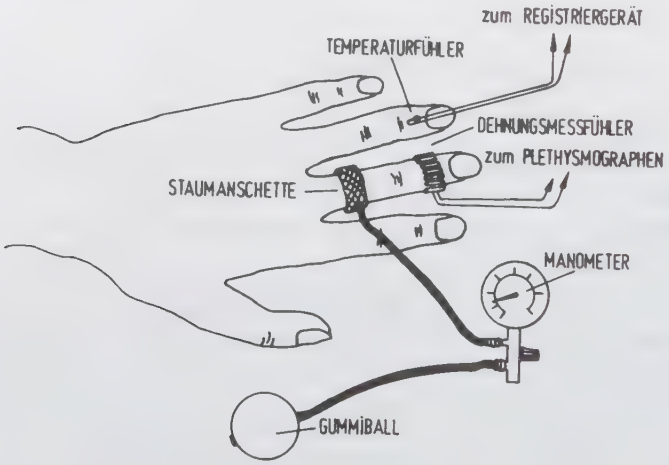


Abb. 7: Versuchsanordnung zur Venenverschlußplethysmographie des Fingers mit pneumatischer Staumanschette und Dehnungsmeßfühler sowie angelegtem Thermoelement zur Registrierung der Fingerhauttemperatur.

Die Auswertung erfolgte mit Hilfe einer zum Gerät gehörenden Auswertschablone. Die Durchblutung wurde in ml Bluteinstrom/ 1oo ml eingeschlossenem Gewebsvolumen und Minute (ml/1oo ml.min) angegeben. Abb. 8, s. S. 23, zeigt eine Originalaufzeichnung mit eingezeichnetem Auswertschema.

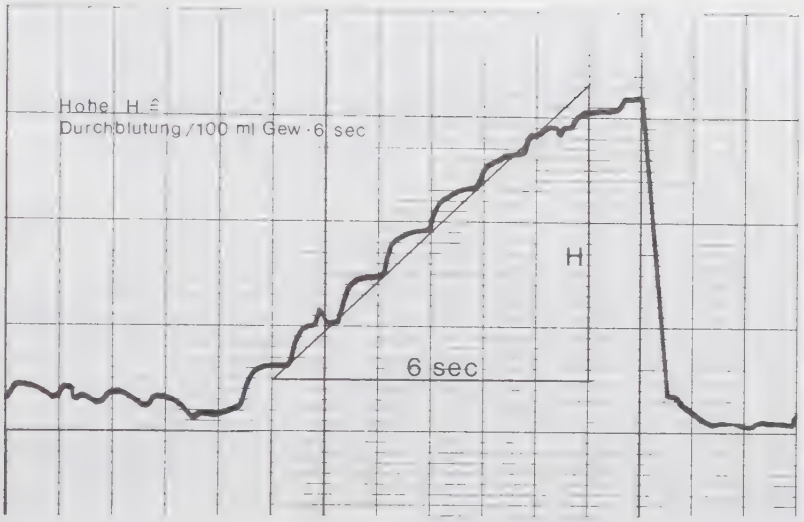


Abb. 8: Darstellung des plethysmographischen Kurvenverlaufes an Hand einer Originalaufzeichnung (Vpn B. J.) mit eingezeichnetem Auswertschema.

2.5 Oximetrie

Unter Oximetrie versteht man eine photometrische Bestimmung des Gehaltes an oxigeniertem Hämoglobin einer Blutprobe. Dieser wird in Prozent des Gesamthämoglobins angegeben und als Sauerstoffsättigung des Blutes bezeichnet.

In dieser Untersuchung wurde das Macro-Oximeter der Fa. American Optical Corporation (USA) benutzt, welches die Intensität des von der Blutprobe reflektierten Lichtes der Wellenlängen 805 nm und 660 nm mißt. Aus diesen Werten läßt sich das Verhältnis der Konzentration des gesamten Hämoglobins (gemessen bei 805 nm) und des oxigenierten Hämoglobins (gemessen bei 660 nm) bestimmen (Einzelh. s. Lungenfunktionsprüfungen, 1966). Wegen Messung des reflektierten Lichtes (im Gegensatz zu anderen optischen Verfahren, die auf der Messung transmittierten Lichtes beruhen und klare Lösungen erfordern) kann bei dieser Methode auch nicht hämolysiertes Vollblut genommen werden. So können einige Fehlerquellen bei der Hämolysierung und Verdünnung der Blutprobe ausgeschlossen werden bei gleichzeitigem Vorteil einer raschen Verarbeitung

(Einzelh. s. Werkprospekt d. Fa. American Optical Corporation). Das Gerät wurde jeweils vor einer Versuchsreihe mit einem optischen Standard geeicht und anschließend mehrfach kontrolliert. Als Blutproben wurden ca. 1,5 ml nicht hämolysiertes, unverdünntes Vollblut genommen, das unmittelbar nach der Entnahme im noch nicht geronnenen Zustand verarbeitet wurde.

2.6 Blutbild

Das Blutbild wurde mit einem automatischen Gerät zur Erfassung mehrerer Blutwerte bestimmt (Coulter-Counter, Modell S der Fa. Coulter Electronics, Krefeld). Hierbei wird eine definierte Blutmenge mit einer Elektrolytlösung verdünnt und durch eine Kapillare gepreßt, an der durch je eine Elektrode innen und außen eine Spannung angelegt ist. Passiert eine Zelle die Öffnung, ergibt sich eine Widerstandsänderung, deren Größe dem Volumen der Zelle proportional ist. Auf diese Weise werden Erythrozyten, Leukozyten und mittleres Zellvolumen direkt bestimmt; der Hämoglobin-Gehalt wurde photometrisch gemessen und der Hämatokritwert als Produkt aus Erythrozytenzahl und Zellvolumen errechnet.

Die elektronische Zählung, die in dieser Untersuchung angewandt wurde, hat gegenüber dem Zellkammerverfahren den Vorteil, erheblich genauer zu sein, weil eine viel größere Anzahl von Zellen ausgezählt wird: Bei einer Blutprobe, die 1o.ooo Leukozyten/µl enthält, werden mit dem elektronischen Verfahren tatsächlich 1o.ooo Leukozyten in der Meßzeit von etwa 3o sec gezählt, gegenüber lediglich 2oo Leukozyten beim Zählkammerverfahren. Dabei beträgt die relative Standardabweichung nur etwa 2 % (RICK, 1974).

Zur Auswertung des Differentialblutbildes wurde ein Blutausstrich angefertigt, der nach Pappenheim gefärbt wurde. Bei 4oo-facher Vergrößerung wurden 1oo Zellen ausgezählt.

2.7 Entnahme der Blutproben

Zur Entnahme der Blutproben wurde an einem Arm mit einer Verweilkanüle aus Teflon (Angiocath, Nr. 18 GA 2 IN der Fa. Desert Pharmaceutical Co., USA) eine Kubitalvene punktiert.

An sich wäre zu fordern, die Blutproben aus der größtmöglichen Nähe der arterio-venösen Anastomosen der Fingerbeeren zu gewinnen, z.B. aus einer Vene des Handrückens. Da hier jedoch wegen des geringeren Kalibers der Gefäße keine Blutentnahme aus der ungestauten Vene ohne größere Irritationen mög-

lich ist, wurde dieser Fehler in Kauf genommen: Das gesammelte Blut stammte also nicht vollständig aus der Hautdurchblutung, sondern auch aus tieferen Schichten, da eine, wenn auch geringe Vermischung mit Blut aus venösen Anastomosen der tiefen Armvenen zwangsläufig erfolgen mußte.

Um den Schmerz an der Punktionsstelle als Störfaktor beim a.T. auszuschalten, wurde vor dem Einstich beiderseits der Vene je ein Depot von ca. 2 ml eines Lokalanästhetikums (Mepivacain 1 %) subcutan injeziert, dessen Wirkung in der Regel bis zum Ende des Versuches anhielt.
Die Kanüle wurde durch Infusion von physiologischer Kochsalzlösung während der Versuchsdauer offengehalten. Durch ein Verzweigungsstück zwischen Infusionsbesteck und Kanüle konnte lediglich durch Abklemmen des Infusionsschlauches mit einer Schlauchklemme Blut aus dem Verzweigungsstück entnommen werden. Auf diese Weise konnte sowohl eine Vermischung des Blutes mit der Infusionslösung, als auch eine Berührung des Armes der Vpn vermieden werden, was möglicherweise die Obung gestört hätte.

Die Blutproben wurden aus der ungestauten Vene abgezogen, wobei die ersten 5 ml wegen Verdünnung mit Kochsalzlösung verworfen wurden. Danach wurden etwa 2 ml für die Oximetrie entnommen, anschließend 1o ml zur Serumuntersuchung (zur Verwendung in einer anderen Untersuchung) und zuletzt 4 ml in ein zur Gerinnungshemmung mit EDTA beschichtetes Röhrchen gefüllt. Aus letztgenannter Probe wurde sofort nach Versuchsende ein Blutausstrich angefertigt, der Rest wurde gekühlt aufbewahrt und am nächsten Tag untersucht. (Blutbild, s. Kap. 2.6., S. 24). Der geringe Fehler durch die bis zu 18-ständige Lagerung kann wohl vernachlässigt werden, zumal die Proben gleich behandelt wurden.

2.8 Versuchsablauf

Die Versuche wurden in einem ruhigen Versuchsraum bei 22 °C Zimmertemperatur durchgeführt, der während des a.T. etwas abgedunkelt wurde, um die äußeren Reize zu verringern.

Am Anfang des Experimentes beantwortete der Proband einen Fragebogen (allgemeine Fragen, um den Trainingszustand des Einzelnen beurteilen zu können; s. Kap. 2.1, S. 19). Anschließend wurde die Vpn auf der Untersuchungsliege bequem gelagert und der Versuchsleiter befestigte Haut- und Rektalsonden sowie die Vorrichtung zur Venenverschlußplethysmographie in der beschriebenen Weise (s. Kap. 2.3 u. 2.4, S. 2o u. 21). Der zu untersuchende Arm wurde parallel zum Körper auf einer Schaumstoffschiene etwa in Herzhöhe gelagert, damit ein guter venöser Abfluß gewährleistet war. Dann wur-

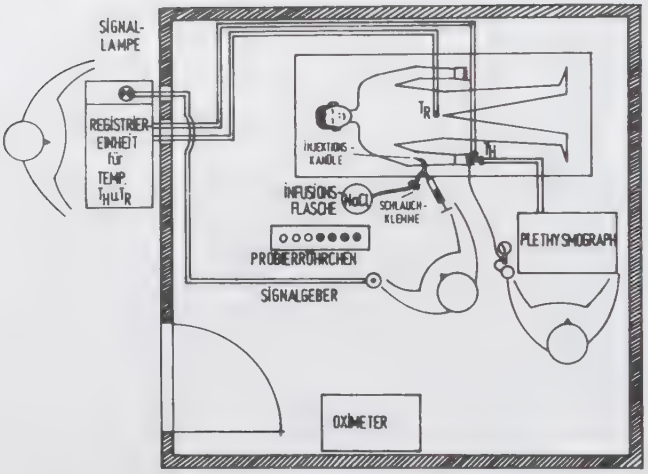


Abb. 9: Schematische Darstellung der gesamten Versuchsanordnung mit Versuchs- und Registrierraum.

de die Teflonkanüle gelegt und die erste Blutprobe (Probe 1) für Blutbild und Oximetrie entnommen. Kurz vor Beginn des a.T. erfolgte eine zweite oximetrische Bestimmung. Sobald Haut- und Rektaltemperatur für mehrere Minuten konstant blieben, als Kriterium für die abgeschlossene Umstellung auf die Raumtemperatur, wurde der Raum etwas abgedunkelt und die Übung begonnen. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die Probanden durchschnittlich ca. 55 min im Versuchsraum (1. Temperaturregistrierung 45 ± 16 min vor Beginn des a.T.). Die Durchblutungsmessung wurde während des a.T. im Abstand von etwa 3 min sowie bei Hauttemperaturanstieg, die Bestimmung der venösen O_2-Sättigung nach jeweils 5 min vorgenommen. Nach Entnahme der zweiten Blutprobe zur Blutbildbestimmung (Probe 2) wurde der Proband aufgefordert, die Übung zu beenden. Die durchschnittliche Dauer des a.T. betrug 26 ± 3.5 min. Unmittelbar danach wurde der Raum wieder entdunkelt. Die Probanden blieben bis nach Abnahme der dritten und letzten Blutprobe (Probe 3) noch durchschnittlich 22,7 ± 3,7 min liegen. Während dieser Zeit führte der Versuchsleiter mit dem Probanden ein Gespräch, um den Wachheitsgrad zu steigern und eine Weiterführung der Entspannung zu verhindern.

2.9 Auswertung der Versuchsergebnisse

Die Temperaturverlaufskurven von Haut und Rektum wurden digitalisiert. Hierbei wurden in der Zeitspanne von 1o min vor a.T. bis Versuchsende die Meßergebnisse jeder 2. min erfaßt. Im Intervall vom Anlegen der Thermoelemente bis 1o min vor a.T.-Beginn wurde das arithmetische Mittel von jeweils 5 min errechnet. Abweichend von dieser Methode der zeitlich eingeteilten Klassen wurde von jeder Vpn die 1. Registrierung der Haut- und Rektaltemperatur sowie je die letzte Registrierung im a.T. und gesamten Versuch zusammengezogen. Die auf diese Weise erhaltenen Werte sind im Text und in den Abbildungen dadurch gekennzeichnet, daß die Minutenangaben mit Standardabweichung versehen sind. Die Meßergebnisse wurden einer statistischen Bearbeitung zur Erfassung von Standardabweichung und Streuung der Mittelwerte unterzogen.

Die plethysmographischen Aufzeichnungen wurden, wie schon im Kap. 2.4, S. 21, beschrieben, mit einer Schablone ausgewertet. Diese Meßergebnisse sowie die Werte der venösen O_2-Sättigung wurden so gruppiert, daß aus allen Einzelmeßergebnissen einer Vpn in einer Zeitklasse (z.B. 1. - 1o. min des a.T.) ein Mittelwert gebildet wurde. In Einzelfällen wurde der Wert der O_2-Sättigung aus dem arithmetischen Mittel der Nachbarklassen geschätzt, wenn in dieser Klasse kein Meßergebnis vorlag. Diese Klassenmittelwerte der einzelnen Vpn wurden wiederum zur Erfassung von Mittelwert, Standardabweichung und Streuung des Mittelwertes statistisch bearbeitet.

2.1o Statistischer Test

Durch die beschriebene Klassenbildung (in jeder Klasse existiert von jeder einzelnen Vpn ein Wert) konnte zur statistischen Überprüfung aller Meßergebnisse dasselbe statistische Testverfahren angewendet werden. Da sich alle erwarteten Änderungen innerhalb physiologischer Grenzen bewegen und diese durch intraindividuelle Streuung sehr weit gefaßt sind, wurde ein Test ausgewählt, der eben diese intraindividuelle Variabilität weitgehend eliminiert: Der "t-Test für verbundene Stichproben" ist eine Prüfung des Mittelwertes von Paardifferenzen (Documenta Geigy, 1969; MOLL u. REINERS, 1976).

Die Prüfgröße ist

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s_{\bar{x}}} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{n}}$$

wobei mit $\bar{x}$ der Mittelwert, S die Standardabweichung und n die Zahl der Paardifferenzen bezeichnet wird, $S_{\bar{x}}$ der mittlere

Fehler des Mittelwertes und μ_0 der Erwartungswert ist (μ_0 = 0 bei Annahme der Nullhypothese).
Die Irrtumswahrscheinlichkeit p wurde durch eine zweiseitige Prüfung an Hand der t-Verteilung ermittelt, da durch die z.T. widersprüchlichen Angaben der Literatur eine Richtung der Änderung nicht sicher vorauszusehen war und damit ein einseitiger Test nicht zulässig war.

Folgende Signifikanzschranken wurden festgesetzt (CLAUS u. EBNER, 1979):

	$p \leq 0{,}001$	hochsignifikant	XXX
$0{,}001 <$	$p \leq 0{,}01$	sehr signifikant	XX
$0{,}01 <$	$p \leq 0{,}05$	signifikant	X
$0{,}05 <$	$p \leq 0{,}1$	wahrscheinlich signifikant	(X)
$0{,}1 <$	p	nicht signifikant	n.s.

3.0 Ergebnisse

Bei der folgenden Darstellung der Ergebnisse beziehen sich alle Zahlenangaben zur Streuung auf die Standardabweichung, soweit nicht anders angegeben ist.

3.1 Fingerhauttemperatur

3.1.1 Gesamtkollektiv

Die durchschnittliche Temperatur am Fingerendglied der 15 Vpn lag in der Zeit vor a.T. im Bereich zwischen 27,3 ± 3,1 °C und 27,9 ± 2,9 °C, wobei sie bei der 1. Registrierung (45 ± 16 min vor Beginn des a.T.) 27,3 ± 3,1 °C betrug und um o,3 °C nicht signifikant auf 27,6 ± 2,8 °C zu Beginn des a.T. anstieg. Während des a.T. kam es nach einem geringfügigen Absinken der Hauttemperatur um o,o4 °C zu einem zunächst steilen, dann langsamer werdenden Anstieg. Am Ende der Obung war mit 29,3 ± 2,8 °C eine sehr signifikante (p = o,o1) Erhöhung der Fingerhauttemperatur um 1,7 °C gegenüber dem Ausgangswert erreicht. 2 min nach der Obung stieg die Temperatur noch weiter auf 29,5 ± 2,5 °C an, um anschließend bis 22,7 ± 3,7 min nach Obungsende signifikant (p = o,o5) um 1,1 °C auf 28,4 ± 2,6 °C abzusinken. Somit war sie etwa 23 min nach Beendigung des a.T. immer noch deutlich um o,8 °C gegenüber dem Ausgangsniveau erhöht (s. Abb. 16, S. 3o).

3.1.2 Einteilung in Gruppen

Der Gang der Hauttemperatur verhielt sich, wie aus der Literatur bekannt ist (s. Diskussion, Kap. 4.4, S.59), nicht einheitlich. Es konnten 4 Typen von Hauttemperaturverläufen unterschieden werden, wobei zwischen Gruppe I und II fliessende Obergänge bestanden.

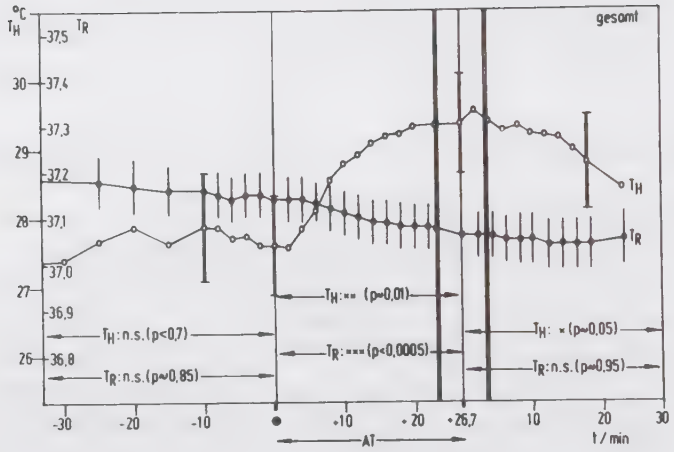


Abb. 1o: Darstellung des Verlaufes von Haut (T_H)- und Rektaltemperatur (T_R) vor, während und nach a.T. mit Angaben von Streuung der Mittelwerte und Signifikanzen (Gesamtkollektiv; n = 15)

1. Die "klassische Reaktion" (Gruppe I)

8 Vpn zeigten den bekannten Verlauf der Fingerhauttemperatur im a.T. Während der Zeit zwischen der 1. Registrierung und a.T.-Beginn blieb die Hauttemperatur mit geringen Schwankungen von maximal o,4 °C auf gleichem Niveau. Im a.T. erfolgte dann ein rascher Anstieg um 3,2 °C von 27,1 ± 1,9 °C auf 3o,3 ± 1,2 °C am Ende des a.T. Dieser Anstieg war mit einer Wahrscheinlichkeit von über 99 % sehr signifikant ($p < o,o1$). Der Vergleich der letzten Registrierung im a.T. mit der letzten Registrierung des gesamten Versuches 21,3 ± 3,7 min später zeigt einen sehr signifikanten ($p < o,oo5$) Abfall der Temperatur um 1,9 °C auf 28,4 ± 1,o °C (s. Abb. 11 und 12).

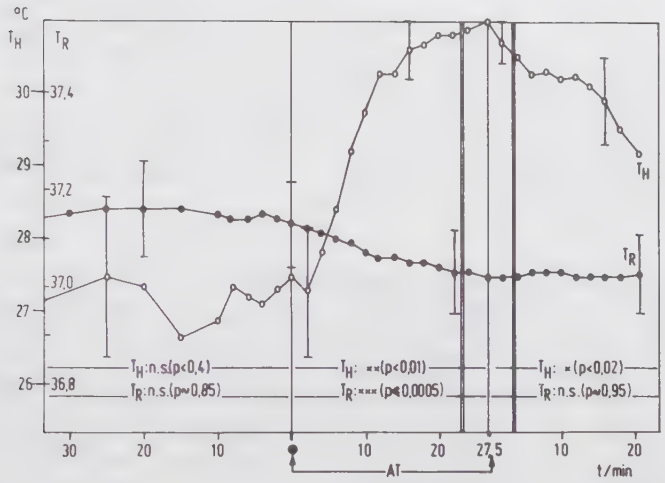


Abb. 11: Darstellung des Verlaufs von Haut- (T_H) und Rektaltemperatur (T_R) vor, während und nach a.T. mit Angaben von Streuung der Mittelwerte Signifikanzen (Gruppe I, "klassische Reaktion").

Ein Vergleich dieser Gruppe mit dem Gesamtkollektiv zeigt, daß die Hauttemperaturverläufe ähnlich sind, nur mit dem Unterschied, daß der Temperaturanstieg im a.T. bei Gruppe I erheblich stärker ausgeprägt ist (3,2 °C Erhöhung mit einem Temperaturmaximum im a.T. von 3o,3 °C bei Gruppe I gegenüber 1,2 °C Erhöhung und einem Maximum von 29,3 °C beim Gesamtkollektiv). Die 8 Vpn mit "klassischer Reaktion" bestimmten folglich das Bild des Hauttemperaturverlaufes beim Gesamtkollektiv.

2. Gruppe II mit niedrigem Vasomotorentonus

4 Vpn hatten bereits 42 ± 13 min vor a.T.-Beginn eine um fast 1 °C höhere Hauttemperatur als die Vpn der Gruppe I. Im Gegensatz zur Gruppe I blieb die Hauttemperatur in der Zeit vor dem

a.T. auch nicht konstant, sondern war 25 min vor Übungsbeginn bereits auf 3o,6 ± 1,4 °C angestiegen und lag zu Beginn des a.T. mit 31,1 ± o,5 °C schon deutlich über der maximalen Hauttemperatur der Gruppe I. Im a.T. selbst konnte jetzt nur noch eine leichte weitere Steigerung um o,4 °C auf 31,4 ± o,6 °C erfolgen. Anders als bei Gruppe I sank die Temperatur nach a.T. nicht ab, sondern blieb mit 31,3 ± 1°C auf diesem hohen Niveau (s. Abb. 13, S. 34).

3. Gruppe III mit "reaktiver Hyperämie"

1 Vpn wies einen Hauttemperaturverlauf auf, der von LINDEN (1977) als "reaktive Hyperämie" bezeichnet worden ist. Hier stieg die Hauttemperatur innerhalb von 3o min vor a.T.-Beginn um o,5 °C auf 23 °C leicht an und erhöhte sich kontinuierlich während des a.T. auf 24,4 °C bis zur 32. min. Unmittelbar nach Beendigung der Übung erfolgte innerhalb 1 min ein steiler Anstieg um 3 °C mit einem Maximum von 29,8 °C in der 11. min nach a.T.-Ende. Anschließend sank die Hauttemperatur bis zur 27. min auf 27,4 °C ab, lag also zu diesem Zeitpunkt immer noch 3 °C über dem Höchstwert im a.T.
Bei dieser Vpn kam es zwar zu einem Anstieg der Hauttemperatur im a.T. (um 1,4 °C), die eigentliche Warmreaktion erfolgte aber erst unmittelbar nach Abbruch der Übung (s. Abb. 14, S. 35).

4. Gruppe IV mit hohem Vasomotorentonus

Bei den beiden weiblichen Vpn dieser Versuchsreihe war ein fast identischer Verlauf der Hauttemperatur festzustellen: die Temperatur stieg innerhalb von 3o min vor a.T.-Beginn von 23,7 °C auf 25 °C an, sank dann während des a.T. stetig auf 24,1 °C und bis 2o min nach Übungsende weiter auf 23,5 °C ab. Ein derartiger Verlauf der Hauttemperatur mit bereits niedrigem Ausgangsniveau und fehlender Warmreaktion darf wohl zutreffend als "paradoxe Reaktion" bezeichnet werden (s. Abb. 15, S.35).

3.2 Rektaltemperatur

3.21 Gesamtkollektiv

Die durchschnittliche Rektaltemperatur der 15 Vpn betrug 45 ± 16 min vor a.T.-Beginn 37,19 ± o,24 °C und sank dann nicht signifikant ($p < o,15$) bis zu Übungsbeginn um o,o4 °C auf 37,15 ± o,21 °C leicht ab (o,o5 °C/h). Während des 26,7 ± 3,5 min dauernden a.T. fiel sie weiter, jetzt bedeutend rascher (o,18 °C/h) um o,o9 °C auf 37,o6 ± o,2 °C ab. Dieses Absinken der Rektaltemperatur während des a.T. konnte mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 99,95 % ($p < o,ooo5$) statistisch gesichert werden. Nach Übungsende sank die Rektaltemperatur noch gering weiter um o,o2 °C bis zur 17. min nicht signifikant ab, zeigte aber mit 37,o5 °C in der 23. min nach a.T. bereits wieder eine Tendenz zum Anstieg (s. Abb. 1o, S. 3o).

3.2.2. Einteilung in Gruppen

Vergleicht man den Verlauf der Rektaltemperatur bei den einzelnen Gruppen, die nach ihrer Hauttemperaturreaktion geordnet sind, so ergibt sich folgendes Bild:

1. Gruppe I mit "klassischer Reaktion"

Bei den 8 Vpn mit "klassischer Hauttemperaturreaktion" kam es während 45 ± 12 min vor a.T.-Beginn zu einem geringfügigen, nicht signifikanten ($p < o,6$) Abfall der Rektaltemperatur um o,o3 °C auf 37,17 ± o,26 °C. Während des a.T. sank die Temperatur dann um o,12 °C auf 37,o5 ± o,25 °C hoch signifikant ($p < o,ooo5$) ab (Temperaturänderungsgeschwindigkeit: o,27 °C/h, um dann bis zur 13. min nach a.T.-Ende um weitere o,o2 °C gering abzufallen und bis 21,3 ± 3,5 min um denselben Betrag wieder anzusteigen. Der Vergleich mit dem Gesamtkollektiv macht deutlich, daß auch hier, wie schon bei der Hauttemperatur, die Rektaltemperatur in beiden Gruppen ähnlich verläuft mit dem Unterschied, daß in Gruppe I die Ausprägung stärker ist (s. Abb. 11, S. 31 und Abb. 12, S. 34).

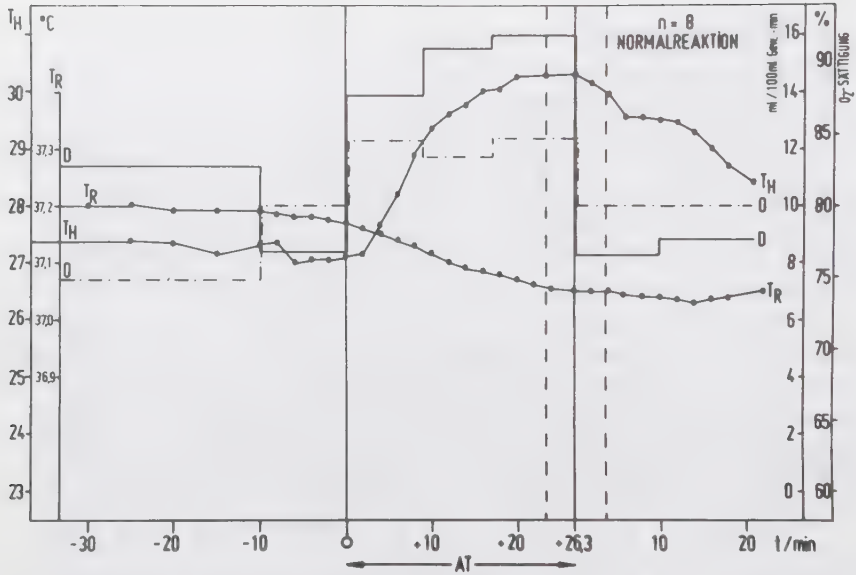


Abb. 12: Darstellung des Verlaufes der Haut- (T_H) und der Rektaltemperaturkurve (T_R); die beiden Treppenkurven kennzeichnen das Verhalten der Durchblutung (D) und der venösen O_2-Sättigung (O) vor, während und nach a.T. ("klassische Reaktion", Gruppe I).

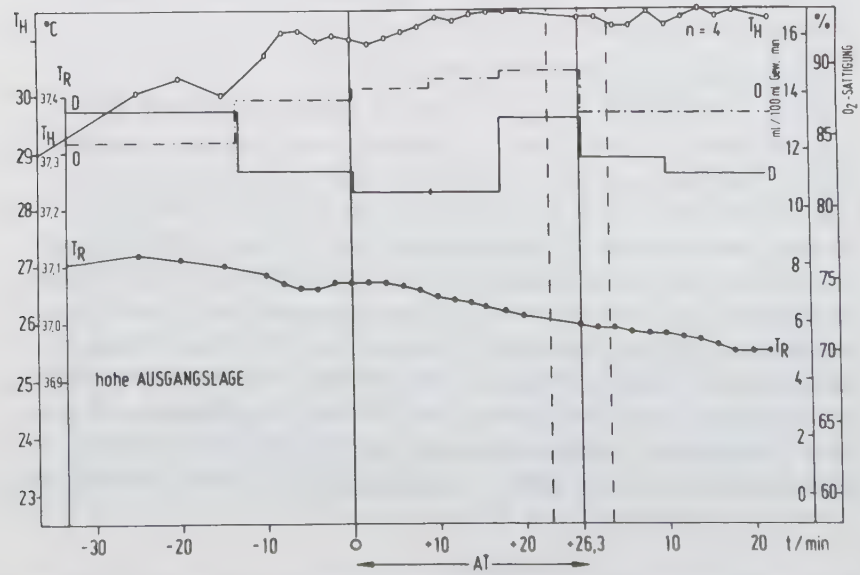


Abb. 13: Gruppe II mit niedrigem Vasomotorentonus (Erklärung s. Abb. 12, S. 34).

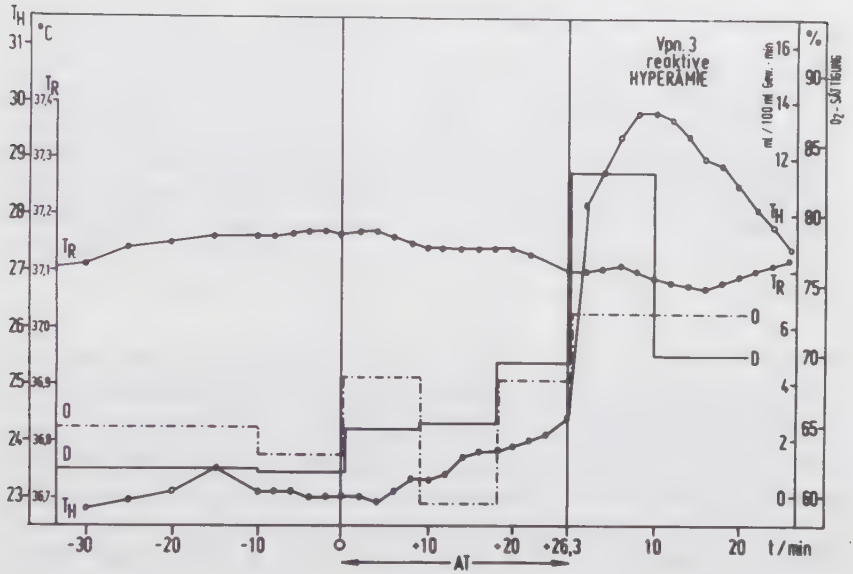


Abb. 14: Gruppe III mit "reaktiver Hyperämie" (Erklärung s. Abb. 12, S. 34)

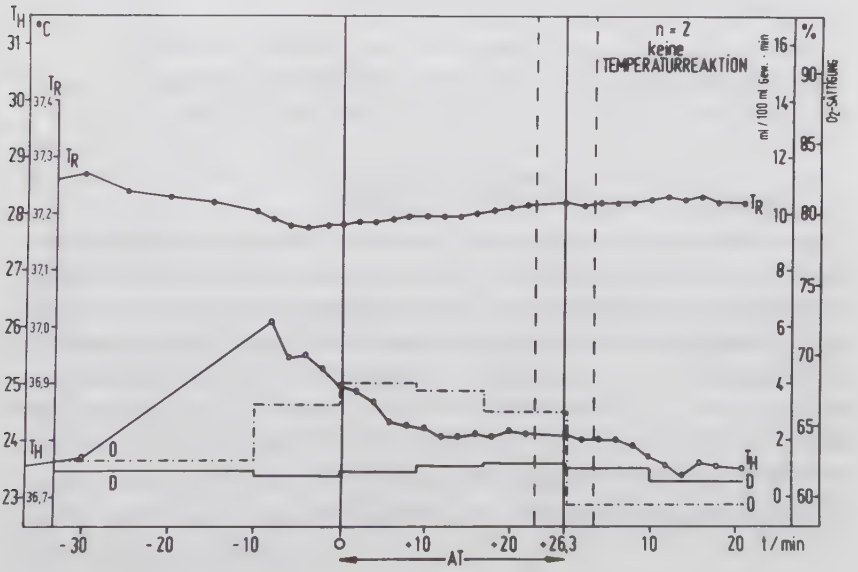


Abb. 15: Gruppe IV mit hohem Vasomotorentonus (Erklärung s. Abb. 12, S. 34)

2. Gruppe II mit niedrigem Vasomotorentonus

Bei den 4 Vpn dieser Gruppe stieg die durchschnittliche Rektaltemperatur zunächst in der Zeit von 43 ± 15 min bis 2o min vor a.T.-Beginn nur um o,o3 °C auf 37,12 ± o,13 °C an, um dann bis zum Obungsbeginn nicht signifikant ($p < o,2$) um o,o5 °C auf 37,o7 ± o,14 °C abzufallen. Während des a.T. sank sie wahrscheinlich signifikant ($p < o,1$) weiter um o,o7 °C auf 37,o ± o,15 °C, dagegen nicht signifikant ($p < o,6$) um o,o5 °C auf 36,95 ± o,27 °C bis zur 22. min nach a.T.-Ende.

Beim Vergleich zwischen Gruppe I und II fällt auf, daß die durchschnittliche Rektaltemperatur der Vpn mit niedrigem Vasomotorentonus (und damit hoher Hauttemperatur) während des gesamten Versuches generell um o,1 °C unter dem Niveau derjenigen der Vpn mit "klassischem Hauttemperaturverlauf" lag. Ausserdem war das Ausmaß des Rektaltemperaturabfalls im a.T. mit o,o7 °C gegenüber o,12 °C signifikant ($p < o,o5$) bei der Gruppe II geringer (s. Abb. 13, S. 34).

3. Gruppe III mit "reaktiver Hyperämie"

Der Verlauf der Rektaltemperatur der Vpn mit "reaktiver Hyperämie" unterschied sich nicht von dem der Gruppe I (s. Abb. 14, S. 35).

4. Gruppe IV mit hohem Vasomotorentonus

Die beiden weiblichen Vpn mit hohem Vasomotorentonus zeigten auch im Rektaltemperaturverlauf eine zur Gruppe I völlig gegensätzliche Reaktion: Statt während des a.T. abzusinken wie bei Gruppe I, stieg die Rektaltemperatur bei dieser Gruppe nach starkem Abfall vor der Obung (o,22 statt o,o3 °C), im a.T. und bis zur 12. min danach stetig an (o,o5 °C). Zu diesem Zeitpunkt wurde in Gruppe I der tiefste Wert der Rektaltemperatur erreicht (s. Abb. 15, S. 35).

3.3 Durchblutung des Fingers

Die plethysmographischen Messungen wurden wie im Kapitel "Methodik" (Kap. 2.4, S. 21 u. 2.9., S. 27) erklärt ist, durchgeführt und ausgewertet. Um die beschriebenen zyklischen Schwankungen der Ruhedurchblutung (s. Kap. 1.3.2, S. 11) auszugleichen, empfahl BOLLINGER (1969) eine mindestens 3-malige Messung mit Bestimmung des Mittelwertes. Durch das Zusammenziehen von Messungen innerhalb einer Zeitklasse von 1o min wurde dieser Empfehlung entsprochen (im Mittel 3 - 4 Messungen pro Person und Klasse).

3.3.1 Gesamtkollektiv

Die Meßergebnisse der durchschnittlichen Fingerdurchblutung aller 15 Vpn gibt folgende Tabelle wieder (angegeben in ml/1oo ml Gewebe . min mit Standardabweichung S):

	VORHER		A.T.			NACHHER	
min	45-11	1o-1	0 - 9	1o-17	18-26	1-1o	11-27
$\bar{x}$	9,9	7,7	1o,5	11,4	12,5	8,5	8,1
S	$\pm$9,4	$\pm$7,1	$\pm$8,9	$\pm$8,8	$\pm$9,2	$\pm$6,4	$\pm$6,2

Vor dem a.T. sank die Fingerdurchblutung innerhalb von 45 $\pm$ 16 min wahrscheinlich signifikant ($p < o,1$) um 22 % ab. Während des 26,7 $\pm$ 3,5 min dauernden a.T. stieg die Durchblutung zuerst rasch, dann langsamer werdend, insgesamt um 63 % (4,8 ml/1oo ml Gewebe . min) an, was mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als o,5 % statistisch absicherbar war. In den ersten 1o min nach a.T.-Ende war sie bereits wieder um 4,1 ml/1oo ml Gewebe . min signifikant ($p < o,o5$) abgefallen und blieb bis zum Versuchsende auf diesem gegenüber dem Ausgangswert vor a.T.-Beginn nach etwas erhöhtem Niveau (s. Abb. 16, S. 38)

Der Vergleich mit der Hauttemperatur zeigt die gute Übereinstimmung beider Parameter, wobei die Änderungen bei der Durchblutung rascher erfolgten.

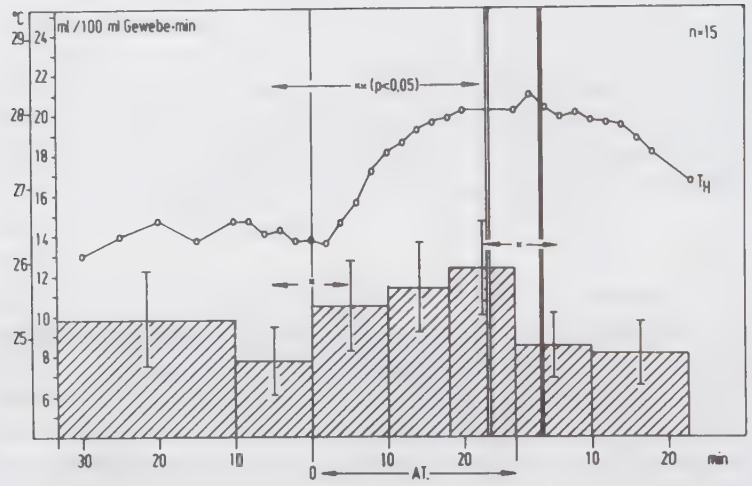


Abb. 16: Darstellung der Fingerdurchblutung (schraffierte Blöcke) mit Streuung der Mittelwerte und Signifikanzen (xx = sehr signifikant) sowie der Hauttemperatur (T_H) vor, während und nach a.T. (Gesamtkollektiv).

3.3.2 Einteilung in Gruppen:

Die Einteilung in Gruppen nach der Reaktion der Hauttemperatur führt bei der Durchblutung zu folgendem Bild:

1. Gruppe I mit "klassischer Reaktion"

Bei den 8 Vpn mit "klassischer Reaktion" der Hauttemperatur war auch der Verlauf der Durchblutung ähnlich wie beim Gesamtkollektiv. Die Änderungen waren hier, wie schon bei Haut- und Rektaltemperatur, deutlich (s. Abb. 17, S. 39 u. Abb. 12, S. 34).

	VORHER		A.T.			NACHHER	
min	45-11	1o-1	o - 9	1o-17	18-26	1-1o	11-27
$\bar{x}$	9,6	7,7	12,o	16,2	17,3	7,6	8,3
S	±1o,o	±7,7	±8,4	±9,2	±9,7	±4,9	±5,7

(Durchblutung in ml/1oo ml Gew . min)

Vor dem a.T. sank die Durchblutung zunächst insignifikant um 1,8 ml/1oo ml Gewebe . min ab. In den ersten 17 min des a.T. erfolgte dann ein gleichmäßiger, starker Anstieg um 8,2 ml/1oo ml Gewebe . min. Am Ende des a.T. war die Fingerdurchblutung um 123 % gegenüber dem Ausgangswert hoch signifikant ($p < o,ooo5$) erhöht. Nach dem a.T. folgte dann ein schneller, signifikanter Abfall der Durchblutung ($p < o,o25$) auf das Niveau des Ausgangswertes.

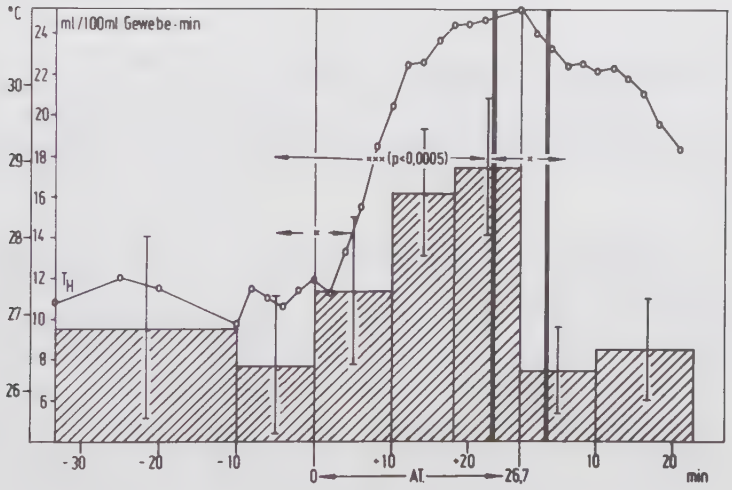


Abb. 17: Darstellung der Fingerdurchblutung (schraffierte Blöcke) mit Streuung der Mittelwerte und Signifikanzen (xxx = hochsignifikant) sowie der Hauttemperatur (T_H) vor, während und nach a.T. (Gruppe I mit "klassischer Reaktion").

2. Gruppe II mit niedrigem Vasomotorentonus

Die 4 Vpn dieser Gruppe zeigten einen anderen Durchblutungsverlauf (Durchblutung in ml/1oo ml Gew . min):

	VORHER		A.T.			NACHHER	
min	45-11	1o-1	o - 9	1o-17	18-26	1-10	11-27
$\bar{x}$	13,5	11,3	1o,6	1o,6	13,2	11,8	11,2
S	±6,9	±6,o	±5,4	±5,6	±6,2	±6,1	±3,5

Die Durchblutung wird bei dieser Gruppe durch das a.T. kaum beeinflußt (s. Abb. 13, S. 34).

3. Gruppe III mit "reaktiver Hyperämie"

Die Durchblutungswerte der Vpn 3, bei der es erst nach a.T.-Ende zu einem starken Hauttemperaturanstieg kam, zeigt nachstehende Tabelle (Durchblutung in ml/1oo ml Gew . min):

	VORHER	A.T.			NACHHER	
min	1o-1	0 - 9	1o - 17	18-3o	1 - 9	1o - 2o
$\bar{x}$	0,9	2,4	2,6	4,8	11,5	5,0

Bei diesem Probanden stieg die Durchblutung im a.T. auf das 5-fache des Ausgangswertes. Nach dem a.T. erfolgte dann ein steiler Anstieg auf das 13-fache der Anfangsdurchblutung. Dieses Verhalten entspricht dem Verlauf der Hauttemperatur beim selben Probanden (s. Abb. 14, S. 35).

4. Gruppe IV mit hohem Vasomotorentonus

Wie auch schon bei der Haut- und Rektaltemperatur zeigen die beiden weiblichen Vpn ein von der "klassischen Reaktion" abweichendes Verhalten der Fingerdurchblutung (Durchblutung angegeben in ml/1oo ml Gew . min):

	VORHER		A.T.			NACHHER	
min	35-11	1o-1	0 - 9	1o-17	18-22	1-1o	1o-2o
$\bar{x}$	0,9	0,8	0,9	1,1	1,2	1,1	o,6
S	±o,1	±o,1	±o,3	±o,5	±o,2	±o,o	±o,3

Selbst bei diesen Vpn mit starker Vasokonstriktion scheint es zu einer leichten Steigerung der Durchblutung im a.T. um 5o % des Ausgangswertes zu kommen, die aber nicht ausreicht, das Absinken der Hauttemperatur zu verhindern. Auch die bei den Vpn der Gruppe I beobachtete Drosselung der Fingerdurchblutung nach der Übung scheint vorhanden zu sein (hier auf die Hälfte des Maximums). Diese Änderungen sind wegen der geringen Zahl der Vpn statistisch nicht absicherbar und können nur mit großer Vorsicht vermutet werden.

Der Vergleich der o.a. Durchblutungsgrößen der Gruppe IV mit denen der Gruppe I vermittelt einen Eindruck von der großen Streubreite der Fingerdurchblutung (Gruppe IV (o,6) gegenüber 17,3 ml/1oo ml Gew . min, Gruppe I), die wegen der in dieser Untersuchung vorgenommenen mehrfachen Mittelung immer noch wesentlich kleiner ist als die Streuung der Einzelwerte (Vpn aus Gruppe IV (o,2): gegenüber 45 ml/1oo ml Gew . min; Vpn aus Gruppe I).

3.4 Oximetrie

3.4.1 Gesamtkollektiv

Die Messung der O_2-Sättigung des venösen Armblutes bei 14 der 15 Vpn (bei 1 Vpn waren die Proben unvollständig und konnten deshalb nicht berücksichtigt werden) ergab folgende Werte:

	VORHER		A.T.			NACHHER
min	23,1±12,3	6,6±5	o - 9	1o-19	2o-26	17±3,1
O_2 %	74,4	78,6	82,o	8o,6	81,9	77,2
S	± 14,1	± 9,9	±1o,2	±12,7	±1o,8	±13,o

Für die Proben vor und nach a.T. ist die gemittelte Zeit (in min) der Blutentnahme angegeben.

Während der Kontrollzeit vor a.T.-Beginn, in der die Vpn bereits ruhig lagen, stieg die O_2-Sättigung nicht signifikant ($p < o,15$) um 4,2 O_2 % an. Im a.T. kam es schon in den ersten 1o min zu einem weiteren signifikanten ($p < o,o5$) Anstieg um 3,4 O_2 %. Auf diesem erhöhten Niveau blieb die O_2-Sättigung bis zum Ende der Obung. Die kleine Absenkung in den mittleren 1o min des a.T. um 1,4 O_2 % war mit $p < o,25$ nicht signifikant. Bei der anschließenden Kontrolle 17 ± 3,1 min nach Obungsende war die O_2-Sättigung wieder wahrscheinlich signifikant ($p < o,1$) um 4,7 O_2 % abgefallen. (s. Abb. 18)

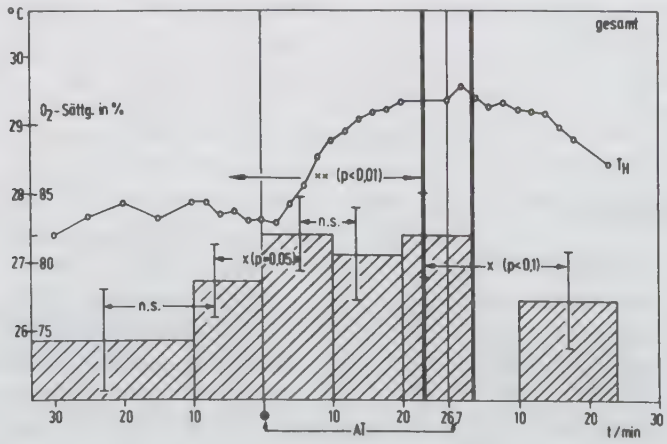


Abb. 18: Darstellung des Verlaufs der venösen Sauerstoffsättigung in % (schraffierte Blöcke) mit Angabe der Streuung des Mittelwertes und der Signifikanzen (x = signifikant; (x) = wahrscheinlich signifikant; n.s. = nicht signifikant). Den gleichzeitigen Verlauf der Hauttemperatur stellt die Kurve (T_H) dar (Gesamtkollektiv).

3.4.2 Einteilung in Gruppen

1. Gruppe I mit "klassischer Reaktion"

Auch bei der venösen O_2-Sättigung weisen Gesamtkollektiv und Gruppe I größte Ähnlichkeiten miteinander auf (s. Abb. 19, S. 43).

	VORHER		A.T.			NACHHER
min	23,3±15,2	8±6,9	o-9	1o-19	2o-26	16,6±4,4
O_2 %	71,9	77,8	82,7	8o,3	82,4	77,8
S	±17,3	± 7,6	± 9,7	±12,2	± 8,8	± 12,6

Wie bei Haut-, Rektaltemperatur und Durchblutung war auch die Steigerung der venösen O_2-Sättigung durch das a.T. in Gruppe I größer (4,9 O_2 %, Gruppe I, gegenüber 3,4 O_2 % Gesamtkollektiv).

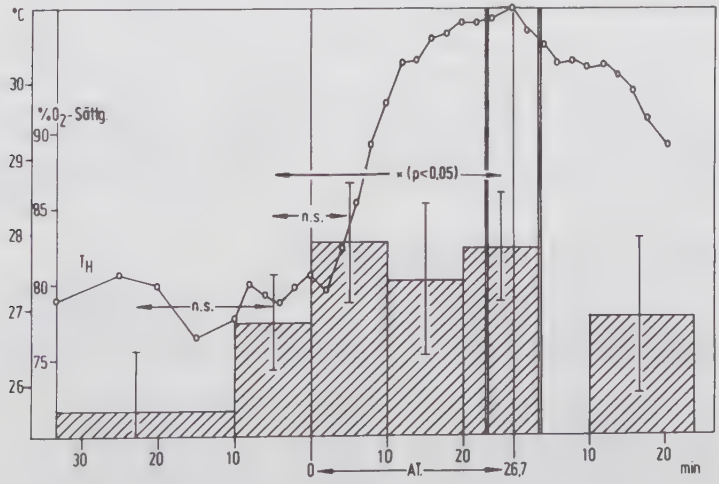


Abb. 19: Gruppe I mit "klassischer Reaktion" (Erklärung s. Abb. 18, S. 42).

2. Gruppe II mit niedrigem Vasomotorentonus

Die 4 Vpn mit hoher Ausgangslage der Hauttemperatur unterschieden sich auch in der venösen O_2-Sättigung von Gruppe I mit "klassischer Reaktion" (s. Abb. 13, S. 34):

	VORHER		A.T.			NACHHER
min	22,5±1o,6	6 ± 2	o - 9	1o-19	2o-26	17,7±o,6
O_2 %	84,7	87,7	88,5	89,2	89,7	86,7
S	± 4,o	± 2,3	±1,8	±2,2	±1,2	± 4,o

Bereits 22 min vor a.T.-Beginn war hier der gleiche Wert zu finden, den die Vpn der Gruppe I erst am Ende des a.T. als Maximum erreichten. Von diesem hohen Niveau aus erfolgte dann noch vor a.T.-Beginn eine Steigerung um 3 O_2 % und im a.T. selbst insgesamt um weitere 3 O_2 %. Bei der Kontrolle nach a.T.-Ende war die O_2-Sättigung zwar wieder abgesunken (3 O_2 %), lag aber immer noch auf sehr hohem Niveau. Die genannten Änderungen waren statistisch nicht absicherbar. Weiterhin fiel die Einheitlichkeit dieser Gruppe hinsichtlich Ausgangslage und Reaktion auf, erkenntlich an den erheblich geringeren Standardabweichungen (S) im Vergleich zum Gesamtkollektiv.

3. Gruppe III mit "reaktiver Hyperämie"

Vpn E.B. mit "reaktiver Hyperämie" zeigte auch bei der venösen O_2-Sättigung einen Verlauf, der dem von Hauttemperatur und Durchblutung entsprach (s. Abb. 14, S. 35).

	VORHER		A.T.			NACHHER
min	4	2	o - 9	1o-17	18-26	18
O_2 %	65	63	68,7	59,5	68,3	73

Nach einem Anstieg der O_2-Sättigung zu Beginn des a.T. um 5,7 O_2 %, einem zwischenzeitlichen Abfall um 9,2 O_2 % in der Mitte des a.T., kam es nach der Übung zu einer Erhöhung um insgesamt 4,7 O_2 % auf 73 O_2 % (Einzelmeßwert 1 min nach a.T.-Ende: 82 O_2 %).

4. Gruppe IV mit hohem Vasomotorentonus

Bei den beiden Vpn mit hohem Vasomotorentonus lag, wie schon bei Hauttemperatur und Durchblutung dargestellt, auch das Niveau der venösen O_2-Sättigung weit unter dem der Gruppe I (s. Abb. 15, S. 35):

	VORHER		A.T.			NACHHER
min	32	6 ± 2	o - 9	1o-17	18-26	18
O_2 %	62,5	66,5	68	67,5	66,o	59,5
S	±13,4	±7,8	±5,7	±7,8	±8,5	±7,8

Vor dem a.T. stieg die O_2-Sättigung zunächst um 4 O_2 % an, erhöhte sich dann im a.T. geringfügig weiter und sank während der Übung und 18 min darüber hinaus auf ein niedrigeres Niveau als vor a.T.

3.5 Blutbild

Es wurden 3 Proben zur Blutbildbestimmung abgenommen und untersucht:

1. Probe: 13 ± 8 min vor a.T.-Beginn
2. Probe: 24 ± 3 min nach a.T.-Beginn
3. Probe: 17 ± 3 min nach a.T.-Ende

Die 1. Probenentnahme erfolgte also zu einem Zeitpunkt, als die Vpn bereits durchschnittlich 32 min auf der Untersuchungsliege ruhten. Zwischen Probe 1 und Probe 2 lagen im Durch-

schnitt 37 min, zwischen Probe 2 und 3 ca. 19 min. Der zeitliche Abstand zwischen 1. und 3. Probe betrug somit etwa eine knappe Stunde.
Aus methodischen Gründen konnten nur bei 13 von insgesamt 15 Vpn verwertbare Blutproben entnommen werden. Bei 2 dieser Probanden war die Bestimmung des kleinen Blutbildes zum einen und des Differentialbildes zum anderen nicht möglich.

3.5.1 Rotes Blutbild

Die Zahl der Erythrozyten, des Hämoglobingehaltes des Blutes und der Hämatokrit erfuhren durch das a.T. keine Veränderung. Im Einzelnen ergaben sich folgende Werte:

		Probe 1 VORHER	Probe 2 A.T.	Probe 3 NACHHER
Erythrozyten	(µl)	4,74 ± o,56	4,77 ± o.65	4,77 ± o,57
Hämoglobin	(g%)	14,12 ± 1,45	14,17 ± 1,4	14,15 ± 1,19
Hämatokrit	(%)	4o,98 ± 9,4	43,42 ± 4,25	43,17 ± 3,71

Diese Mittelwerte der 3 Probanden wurden mit dem im Kap. 2.1o, S. 27, beschrieben, statistischen Test miteinander verglichen. Bei keiner Gruppe ergaben sich signifikante Unterschiede (die scheinbar vorhandenen Unterschiede erwiesen sich also als zufällige Fehler des Mittelwertes), s. Abb. 2o, S. 47.

3.5.2 Weißes Blutbild

Die Zahl der Leukozyten stieg im a.T. und über das a.T. hinaus sehr signifikant an. Im Einzelnen erhöhte sich die Zahl der Leukozyten im a.T. von 595o ± 13oo/µl um 38o auf 633o ± 11oo/µl nicht signifikant ($p = o,3$) und weiter bis 17 ± 3 min nach a.T.-Ende um 52o auf 685o ± 1460/µl nicht signifikant ($p < o,3$). Somit war die Leukozytenzahl nach dem a.T. gegenüber dem Ausgangswert um 15,1 % sehr signifikant ($p < o,ooo5$) erhöht (s. Abb. 2o, S. 47). Welche Leukozytenfraktion diesen Anstieg hervorgerufen hat, ist dem Differentialblutbild zu entnehmen.

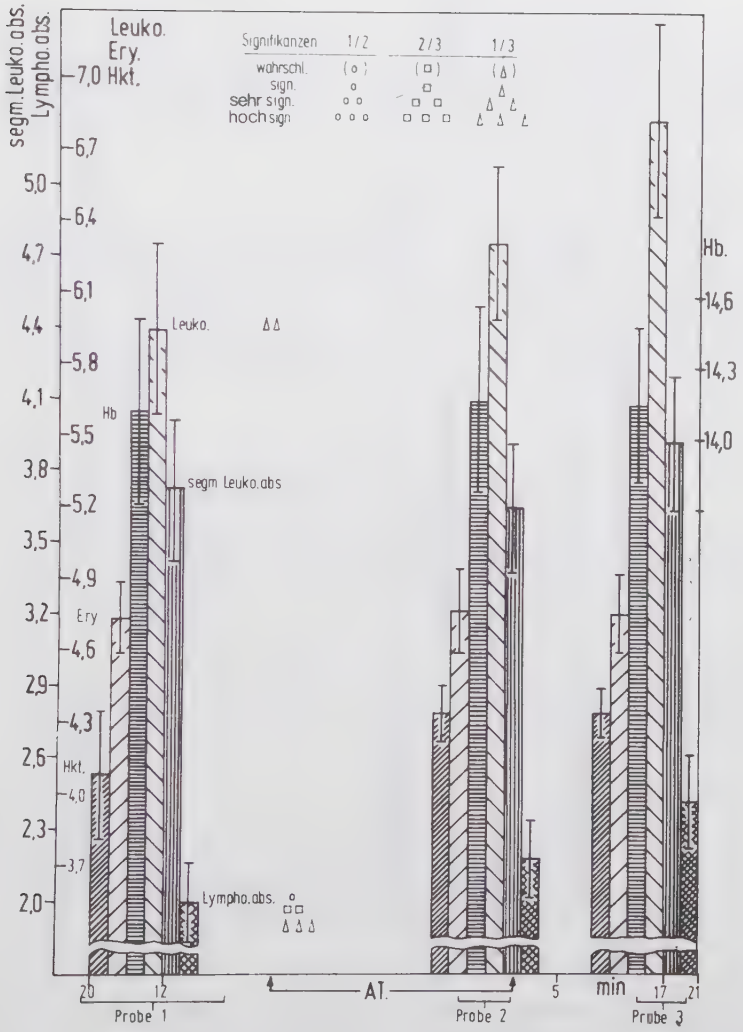


Abb. 2o: Darstellung des Verhaltens von Erythrozyten (Ery.), Hämatokrit (Hkt.), Hämoglobin (Hb), Leukozyten (Leuko), sowie der Absolutwerte von segmentkernigen Granulozyten (segm. Leuko. abs.) und der Lymphozyten (Lympho. abs.) vor, während und nach dem a.T.; schematische Einzeichnung der Signifikanz der Unterschiede.
Dimension: Ery: $x10^6/\mu l$; Hkt.: x 1o %; Leuko. segm. Leuko. abs., Lympho. abs.: $x\ 1o^3/\mu l$.

3.5.3 Differentialblutbild

Bei den Berechnungen der segmentkernigen Granulozyten und der Lymphozyten wurde 1 Vpn mit relativer Lymphozytose (infektbedingt !) nicht mitberücksichtigt, damit das Kollektiv (gesunde Vpn mit Blutwerten im Normbereich) einheitlich blieb.

1. Segmentkernige Granulozyten

Der prozentuale Anteil der segmentkernigen Granulozyten als der größten Fraktion des Differentialblutbildes nahm während des a.T. signifikant ($p < 0{,}05$) um 4,2 % des Ausgangswertes ab. 17 $\pm$ 3 min nach Beendigung des a.T. war er um 6,2 % hochsignifikant ($p < 0{,}001$) gegenüber dem Ausgangswert erniedrigt (s. Abb. 21, S. 49):

	Probe 1 VORHER	Probe 2 A.T.	Probe 3 NACHHER
segm. Gran. %	60,75 $\pm$ 7,3	58,17 $\pm$ 7,41	57,0 $\pm$ 5,34

Betrachtet man die Absolutwerte der segmentkernigen Granulozyten ((Zahl der Leukozyten/µl x Anteil der segmentkernigen Granulozyten in %): 100), so ergibt sich ein völlig anderes Bild:

	Probe 1 VORHER	Probe 2 A.T.	Probe 3 NACHHER
segm. Gran.abs./µl	3740 $\pm$ 950	3670 $\pm$ 900	3940 $\pm$ 920

Die Zahl der segmentkernigen Granulozyten ändert sich im a.T. nicht. Wie bei den absoluten Granulozytenzahlen deutlich wird, verringert sich also der relative Anteil der segmentkernigen Granulozyten an den Gesamtleukozyten nicht deshalb, weil die Zahl der segmentkernigen Granulozyten absinkt, sondern weil ein anderer Anteil, nämlich der der Lymphozyten, wie noch zu zeigen sein wird, ansteigt (s. Abb. 20, S. 47).

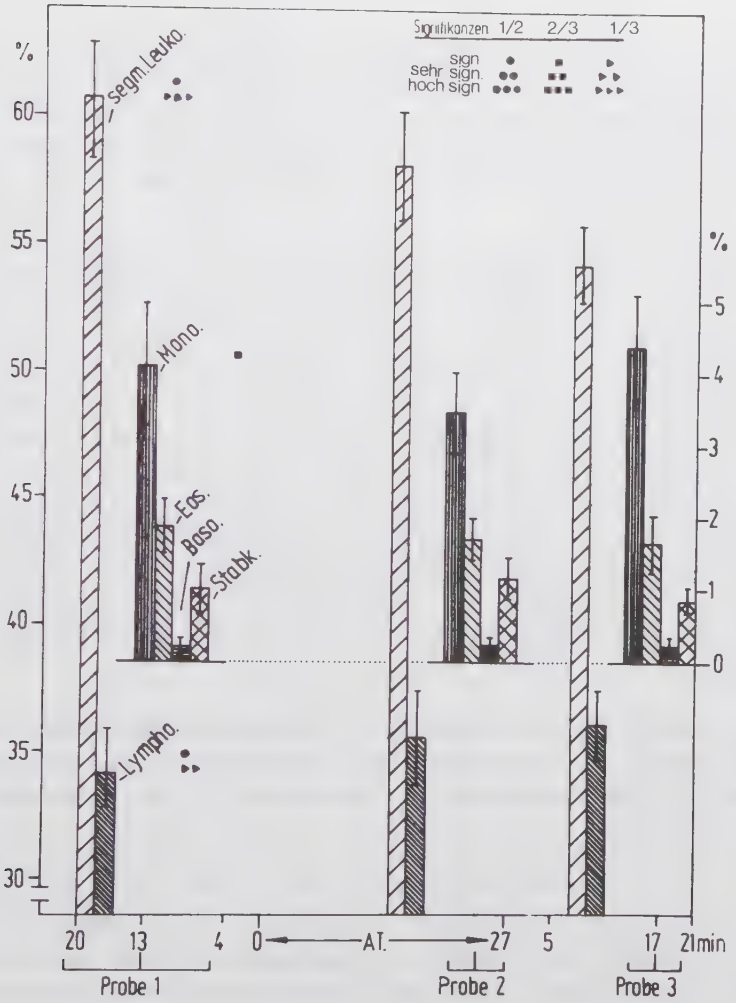


Abb. 21: Darstellung des Verhaltens von Lymphozyten, segmentkernigen, stabkernigen, eosinophilen und basophilen Granulozyten sowie der Monozyten vor (Probe 1), während (Probe 2) und nach a.T. (Probe 3). Zusätzlich Einzeichnung der Signifikanz der Unterschiede.

2. Lymphozyten

Der relative Anteil der Lymphozyten an der Gesamtzahl der Leu-

kozyten stieg durch das a.T. um 8,o % sehr signifikant ($p < o,o1$) an. Diese Tendenz schien noch 17 ± 3 min über das a.T. hinaus bestehen zu bleiben. Nach dem a.T. war der prozentuale Anteil der Lymphozyten gegenüber dem Ausgangswert um 1o,7 % hochsignifikant ($p < o,oo1$) erhöht (s. Abb. 21, S. 49).

	Probe 1 VORHER	Probe 2 A.T.	Probe 3 NACHHER
Lymphozyten %	32,75 ± 6,28	35,38 ± 6,54	36,25 ± 4,86

Die Absolutwerte der Lymphozyten veränderten sich durch das a.T. in einem noch stärkeren Maße als es das Differentialblutbild erkennen läßt: Es kommt im a.T. zu einem signifikanten Anstieg ($p < o,o5$) der Lymphozyten um 9,5 % und zu einem weiteren, sehr signifikanten ($p < o,oo5$) Anstieg um 15,6 % bis 17 ± 3 min nach a.T.-Ende. Somit waren die Lymphozyten nach dem a.T. um 26,6 % gegenüber dem Ausgangswert mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 ‰ (d.h. $p < o,oo1$) erhöht.

Daraus folgt, daß der beobachtete Anstieg der Leukozytenanzahl im a.T. und über a.T.-Ende hinaus fast vollständig auf eine Vermehrung der Lymphozytenzahl zurückzuführen ist (s. auch Abb. 2o, S. 47).

	Probe 1 VORHER	Probe 2 A.T.	Probe 3 NACHHER
Lympho. absolut /µl	1990 ± 58o	218o ± 54o	252o ± 67o

3. Monozyten

Der prozentuale Anteil der Monozyten blieb zunächst durch das a.T. unbeeinflußt (mit einer geringfügigen, statistisch nicht absicherbaren Tendenz abzusinken), stieg dann aber bis 17 ± 3 min nach a.T.-Ende um 26,6 % signifikant ($p = o,o25$) an (s. Abb. 21, S. 49).

	Probe 1 VORHER	Probe 2 A.T.	Probe 3 NACHHER
Monozyten %	4,o8 ± 3,o9	3,46± 2,o7	4,38 ± 2,6

Bei den absoluten Monozytenzahlen ergab sich ein ähnliches Bild:

	Probe 1 VORHER	Probe 2 A.T.	Probe 3 NACHHER
Monozyten abs. /µl	22o ± 17o	2oo ± 11o	29o ± 18o

Die Zahl der Monozyten blieb zunächst durch das a.T. unbeeinfluß, nahm dann aber rasch um 45 % sehr signifikant ($p < o,o1$) zu und ist damit 17 ± 3 min nach a.T.-Ende um 31,8 % gegenüber dem Ausgangswert sehr signifikant ($p < o,o1$) erhöht.

4. Stabkernige, eosinophile und basophile Granulozyten

Sowohl am prozentualen Anteil als auch an den absoluten Zahlen der stabkernigen, eosinophilen und basophilen Granulozyten ergaben sich durch das a.T. keine statistisch absicherbaren Änderungen (s. auch Abb. 21, S. 49):

	Probe 1 VORHER	Probe 2 A.T.	Probe 3 NACHHER
eos. Gran. %	1,85±1,41	1,69±1,o3	1,65±1,49
bas. Gran. %	o,15±o,38	o,28±o,44	o,23±o,44
Stabkernige, rel. %	1,o ±1,29	1,15±1,o7	o,85±o,8
Stabkernige, abs. /µl	66 ± 79	79 ± 66	53 ± 51

4.0. Diskussion

4.1. Durchblutung und Arterio-venöse Anastomosen (AVA)

Abb. 22 gibt einen Oberblick über die möglichen Veränderungen von totalem Blutvolumen und Blutvolumenpuls und ihre Interpretation

VERÄNDERUNG von TBV und BVP	INTERPRETATION
Anstieg von TBV Anstieg von BVP	Vasodilation
Abnahme von TBV Abnahme von BVP	Vasokonstriktion
Anstieg von TBV Abnahme von BVP	"Pooling" mit Konstriktion der Venen
Abnahme von TBV Anstieg von BVP	Eröffnung arteriovenöser Shunts

Abb. 22: Tabelle mit Interpretation von möglichen Antworten des Gefäßsystems auf Veränderung von totalem Blutvolumen (TBV) und Blutvolumenpuls (BVP) (CLARK, FORGIONE 1974).

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß ein Anstieg des Blutvolumenpulses, also der Durchblutung, entweder auf einer Vasodilatation d.h. Arteriolendilatation beruht oder auf einem Eröffnen von Arterio-venösen Anastomosen, was mit einer Senkung des Widerstandes einhergehen müßte. So beobachten LANTSZSCH u. DRUNKENMÖLLE (1975) eine signifikante Abnahme des peripheren Gesamtwiderstandes während des a.T. von 2800 $\pm$ 745 auf 1600 $\pm$ 445 dyn . s . cm^{-5}. Für die Oberlegung, daß zuvor verschlossene Anastomosen als spezifische Organe des Wärmeaustausches (s. Kap. 1.3.1., S. 7) im a.T. aufgehen, spricht einmal die Tatsache, daß ein besonders starker Wärmetransport in die Peripherie erfolgt, erkennbar am steilen Anstieg der Haut-

temperatur. Weiterhin muß ein Anwachsen des oximetrisch bestimmten venösen O_2-Gehaltes mit kleiner werdender arteriovenöser O_2-Differenz zwangsläufig mit einer Steigerung der Hautdurchblutung verbunden sein, unter der Voraussetzung, daß Blut ausschließlich aus den die Haut drainierenden Venen entnommen wurde. Die Oximetrie als indirektes Maß der Durchblutung lieferte Werte, die erwartungsgemäß eine Steigerung der Durchblutung durch die Haut annehmen lassen: Nach einem schon vor a.T.-Beginn erfolgten Anstieg der venösen O_2-Sättigung um 4,2 O_2 % auf 78,6 O_2 % ließ sich in den ersten 1o min im a.T. ein weiterer um 3,4 O_2 % (also insgesamt um 7,6 O_2 %) auf 82,o O_2 % beobachten. Während der Übung blieb die venöse O_2-Sättigung auf diesem erhöhten Niveau. Nach a.T.-Ende fiel sie zwar um 4,7 O_2% auf 77,2 O_2% ab, lag jedoch immer noch wie auch die Hauttemperatur höher als der Ausgangswert. Die "klassische Reaktion" bestätigt und verdeutlicht diese Verhalten: Hier findet sich eine maximale Differenz der venösen O_2-Sättigung vor a.T.-Beginn und im Maximum des a.T. von 1o,8 O_2%. Alle oximetrisch ermittelten Werte liegen im Bereich der physiologischen Schwankungsbreite.

Die direkte Messung der Durchblutung im a.T. mit der Venenverschlußplethysmographie erlaubt nun quantitative Rückschlüsse auf das Ausmaß der Durchblutungsänderung. Es ergibt sich beim Gesamtkollektiv eine Durchblutungssteigerung durch das a.T. von 63 %, d.h. von 4,8 ml/1oo ml Gew . min mit Grenzwerten von 7,7 bzw. 12,5 ml/1oo ml Gew . min. Die Schwankungsbreite sowie der mittlere Anstieg der Fingerdurchblutung liegen also im Normbereich: Wie schon im Kap. 1.3., S. 3, angegeben, kann die Durchblutung zwischen o,2 ml/1oo ml Gew . min bei Vasokonstriktion und 12o ml/1oo ml Gew . min bei Vasodilatation schwanken (ASCHOFF, 1971). Die Untersuchung von Patienten, die wegen excessiver Schweißneigung sympathektomiert wurden, zeigten einen mittleren Anstieg der Durchblutung von 5,2 ml/1oo ml Gew . min vor der Operation auf 22,7 - 59 ml/1oo ml Gew . min nach der Operation (WALKER, 195o, zit. n. GREENFIELD, 1963).

Die gezielte Untersuchung der Durchblutungsänderung im a.T. von 17 Probanden ergab bei Ruhewerten von 2,26 ± o,78 ml/1oo ml Gewebe nach 5 min Wärmeübung im a.T. einen Blutdurchfluß von 3,67 ± 1,2 ml/1oo ml Gewebe mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von o,5 %. Dies entsprach einer Mehrdurchblutung von 62 % (DRUNKENMÖLLE, BARTUSCH, 1971). Allerdings wurde hier die Durchblutung am Unterarm gemessen (die AV-Shunts bzw. HOYER-GROSSER'schen Organe liegen aber am Finger !).

Auch eine Untersuchung mit einem "impedance flowmeter" von SUGANO, die sich mit der Durchblutungsänderung bei passiver Konzentration auf das Wärmeerlebnis ("meine Hände sind warm") bei 35 psychoneurotischen und psychosomatischen Patienten befaßt, zeigt bei 32 Vpn (91,4 %) einen Anstieg der Fingerdurchblutung und bei 3 Vpn eine "paradoxe Reaktion" mit Abfall der Durchblutung, ähnlich wie bei aktiver Konzentration ("meine Hände müssen unter allen Umständen warm werden") (DOBETA, SUGANO, OHNO, 1968). Den Unterschied zwischen aktiver und passiver Konzentration analysieren auch HARANO, OGAWA u. NARUSE (1965) und beobachten bei passiver Konzentration auf das Schwereerlebnis mit ansteigender Hauttemperatur eine Steigerung der Fingerdurchblutung, die mit einem Cadmium-Photozell-Plethysmographen gemessen wird.

Eine ebenfalls mit dem "impedance flowmeter" von SUGANO gemessene Durchblutungsänderung im a.T. bei 35 Vpn ergibt in 65,7 % einen sehr deutlichen, in 25,7 % einen leichten Durchblutungsanstieg in den Fingern. In 8,6 % erfolgte eine geringe Abnahme der Durchblutung. Die gleichzeitige Registrierung der Hauttemperatur zeigte in der 1. Gruppe einen Anstieg von o,8 - 3,4 ^{o}C, zwischen o,3 - o,6 ^{o}C in der 2. und zwischen o,1 - o,7 ^{o}C in der 3. Diese Untersuchung befaßt sich weiterhin mit einem Patienten mit einer Magenfistel, bei dem in 6 Versuchen jedesmal Änderungen der Magenmotorik und Magenwanddurchblutung registriert wurden (IKEMI, NAKAGAWA, KIMURA, DOBETA, OHNO, SUGITA, 1965).

In den letztgenannten Arbeiten wird zwar übereinstimmend von einer Durchblutungssteigerung im a.T. berichtet, doch fehlen Zahlenangaben der prozentualen Durchblutungsänderung. Die Messung der Durchblutung bei einer Gruppe von 15 Mädchen zwischen 15 - 18 Jahren, die a.T. erlernten, und einer Kontrollgruppe von ebenfalls 15 Mädchen, ergibt bezüglich der plethysmographisch (nicht venenverschlußplethysmographisch !) ermittelten Fingerdurchblutung keine signifikanten Unterschiede. Jedoch zeigen die Mädchen der a.T.-Gruppe mit subjektivem Wärmeerlebnis einen signifikant größeren Durchblutungsanstieg als diejenigen ohne Wärmeempfindung während des a.T. Dabei stieg die mittlere Amplitude der Venenpulskurve um 14 % während des a.T. an und nahm nach a.T.-Ende um fast 2o % ab (TEBECIS, OHNO, MATSUBARA, u.a., 1976/77).

Ein Vergleich von vor, während und nach a.T. registrierten plethysmographischen Kurven zur Untersuchung peripherer Kreislaufveränderungen und viszeromotorischer Funktionsänderungen des Verdauungskanals bei 3o Probanden zeigte eine signifikante Vergrößerung der systolisch-diastolischen Amplitude und eine deutliche Erhöhung der plethysmographischen Kurve während der Wärmeübung. Dafür wird eine Beteiligung von arteriovenösen Anastomosen diskutiert. Ob diese sich nun eröffnen oder verschließen, wird nicht beantwortet (SAPIR, REVERCHON, 1965).

Erste Untersuchungen zur Messung von Blutströmungsänderungen mit der Ultraschall-Dopplersonographie im a.T. zeigen einen Anstieg der systolischen Amplitude sowie die Zunahme des sog. Grundflusses während der Übung. Mit Hilfe dieses Verfahrens gelingt es, direkt an den Gefäßen Strömungsänderungen nachzuweisen. Die Meßsonden, deren Signale abgeleitet wurden, befanden sich über der A. radialis im Bereich des Ellenbogens und über der A. supratrochlearis, dem Endast der A. ophtalmica (PELLICIONI, LIEBNER, 198o).

Veränderungen der Gefäßreaktion werden auch bei fortlaufender Registrierung der Durchblutung mit dem Fluvographen von HENSEL beobachtet. Dabei zeigte sich bei Erlernung der Grundübungen des a.T. ein symmetrischer Anstieg der Wärmeleitzahl, die an je einem Finger beider Hände gemessen wurde, bis zu einem konstanten Maximum (VOGEL, LANGEN, 1968). Mit demselben Fluvographen ermittelt LINDEN (1977) die Wärmeleitzahlen (sowie Herzfrequenz u. Pulswellengeschwindigkeit) bei 12 Vpn während verschiedener Lernschritte des a.T. und außerdem gesondert bei jeder einzelnen Grundübung. Das Ergebnis zeigt eine Zunahme der Hautdurchblutung in den Extremitäten. Dabei sind maßgeblich Schwere-, und Wärmeübung mit einem Maximum der Wärmeleitzahl beteiligt.

Einen Hinweis dafür, daß die vermehrte Durchblutung in der Tat auf einer vermehrten Hautdurchblutung beruht, liefert eine interessante Studie. 5 Patienten mit schwerer intermittierender Kausalgie einer Extremität, in welcher Hyper- und Hypoalgesie hintereinander induziert werden konnten, wurden untersucht. Dabei wurden arterieller Blutdruck, Herzfrequenz und Durchblutung (venöse Okklusionsplethysmographie) in beiden Unterarmen, Waden, sowie in Händen und Füßen (also auch der nicht kausalgischen Extremität) gemessen. Wie schon in der Einleitung beschrieben (s. Kap. 1.3., S. 3), wurde auch hier das gegensätzliche Verhalten von Haut- und Muskeldurchblutung offenbar: Bei Induktion von intensiver Hyperalgesie in der kausalgischen Extremität, fiel die Durchblutung in beiden Händen und Füßen ab, während die Durchblutung in beiden Unterarmen und Waden, sowie der arterielle Blutdruck und die Herzfrequenz markant anstiegen (Unterarm/Wade der kausalg. Extrem.: Ruhewert: 3,1, Anstieg auf 7,o ml/1oo ml Gew.min; Hand/Fuß: Ruhewert: 5,2, Abfall auf 3,5 ml/1oo ml Gew.min). Die anschließende Induktion von Hypoalgesie zeigte ein gegensätzliches Verhalten. Allgemein waren die Veränderungen in der kausalgischen Extremität stärker als in der nicht kausalgischen Extremität (FINER, GRAF, 1967).

Aus den genannten Untersuchungen wird ersichtlich, daß das Ausmaß der Durchblutungssteigerung im a.T. bzw. in Hypnose bei verschiedenen Probanden nicht gleich groß ist. Faktoren wie die Fähigkeit eines Probanden, sich zu konzentrieren, seine Motivation und seine Beziehung zum Hypnotiseur spielen eine wichtige Rolle. Entscheidend aber ist wohl die Tiefe des Hypnosestadiums: Sie korreliert eng mit dem Grad der Durchblutungsänderung (GRABOWSKA, 1971). Dies belegt auch folgende plethysmographische Studie: In einer Gruppe von 19 Vpn wurden photoplethysmographische Messungen am linken Zeh vor, während und nach der Suggestion von Vasokonstriktion und Vasodilatation vorgenommen. Die Vpn mit mäßiger Hypnosetiefe erreichten bei Wärmesuggestion einen mittleren Anstieg der peripheren Durchblutung von 21,8 %, bei der von Kälte eine Abnahme von 29,6 %. Bei Probanden, die tiefere Hypnosestadien erreichten, erhöhte sich die Durchblutung um 35,6 % bei Vasodilatation und sank sie um 44,o % bei Vasokonstriktion. Diese Werte waren außer der Vasodilatation der Gruppe mit tieferen Hypnosestadien statistisch signifikant. Interessant ist der Befund der Durchblutungsänderung während Hypnose nach Einnahme von Genußmitteln, die die periphere Gefäßreaktion beeinflussen. Der Genuß von 1 Unze (28 Gramm) Brandy ruft eine 4o,9 %-ige, von 2 Unzen eine 11o,3 %-ige Vasodilatation hervor. Dagegen bewirkt das Rauchen 1 Zigarette eine 37,5 %-ige Abnahme der peripheren Durchblutung. Daraus darf man schließen, daß sich Einflüsse, die auf die terminale Strombahn einwirken, auch auf die Durchblutung bei a.T. bemerkbar machen, entweder im Sinne einer Verstärkung oder Abschwächung.

Nicht nur Agentien, die unmittelbar die periphere Gefäßreaktion beeinflussen, wirken sich nachhaltig im Ablauf des a.T. aus, sondern auch zentralnervöse Einflüsse, die Jahresperiodik des Vasomotorentonus sowie die vegetative Ausgangslage bestimmen oft eindeutig das Bild der Reaktion im a.T.

4.2 Der Einfluß der Jahreszeit auf die Warmreaktion im a.T.

Wie in der Einleitung, Kap. 1.3.2., S. 11, beschrieben wurde, besteht in den Wintermonaten (Nov. - März) ein um ca. 6o % stärkerer Vasomotorentonus als in den Sommermonaten. Folglich darf, wie im Kap. 2.2., S. 2o, schon angedeutet wurde, in den Monaten mit starkem Vasomotorentonus, also November bis März, mit einer größeren Änderung der Hauttemperatur gerechnet werden. Die vorliegende Untersuchung scheint dies zu bestätigen: Die Versuche der Vpn mit "klassischer Reaktion" wurden im Zeitraum von Januar bis Mitte Februar durchgeführt und zeigten eine regelrechte, besonders deutliche Reaktion der Hauttemperatur, Durchblutung und Oximetrie im a.T., während die Versuche der Gruppe II mit niedrigem Vasomotorentonus alle zu einem späteren Zeitpunkt stattfanden (2 Vpn: Ende Februar; 2 Vpn: Mai). Wegen verschieden großer Kollektive (8 Vpn der "klassischen Reaktion" gegenüber 4 Vpn der Gruppe II) und der Tatsache, daß andere Faktoren wie Alkohol, Nikotin und vegetative Ausgangslage bei dieser Beobachtung keine Berücksichtigung fanden, kann der Einfluß der Jahreszeit auf den Vasomotorentonus nicht bewiesen, sondern nur vermutet werden.

4.3 Der Einfluß der vegetativen Ausgangslage auf die Warmreaktion im a.T.

Die Gruppe IV mit hohem Vasomotorentonus bestand aus den beiden weiblichen Vpn, die zudem zum ersten Mal an einem derartigen Experiment teilnahmen (im Gegensatz dazu bestand Gruppe I ausschließlich aus Vpn., die schon an anderen Versuchen mit a.T. teilgenommen hatten). Auffälligerweise sank die Hauttemperatur von einem stark erniedrigten Ausgangsniveau im a.T. kontinuierlich ab; es kam also zu keiner Warmreaktion im a.T. Die Durchblutung war mit o,8 $\pm$ o,1 ml/1oo ml Gew . min (gegenüber Gruppe I: 7,7 $\pm$ 7,1 ml/1oo ml Gew.min) ebenso extrem erniedrigt, stieg zwar dann im a.T. geringfügig an (auf 1,1 $\pm$ o,2 ml/1oo ml Gew . min, gegenüber Gruppe I: 7,7 $\pm$ 7,7 ml/1oo ml Gew . min), was aber nicht ausreichte, das Absinken der Haut-

temperatur zu verhindern. Die Durchblutungssteigerung mit Drosselung nach a.T.-Ende (obwohl nur geringfügig) könnte erklären, daß die Vpn bei fehlendem Anstieg der Hauttemperatur ein subjektives Wärmeempfinden im a.T. angaben. Auch die oximetrisch ermittelten Werte blieben auf einem gegenüber der Gruppe I erniedrigten Niveau. Diese Ergebnisse (Hauttemperatur, Durchblutung, Oximetrie) sind als Ausdruck eines erhöhten Vasokonstriktorentonus zu verstehen, der durch die bei Frauen vegetativ labilere Ausgangslage mit der damit verbundenen leichteren Irritierbarkeit, sowie der ungewohnten Obungssituation bedingt ist. Möglicherweise steht ein schlechter Trainingszustand (Erlernung des a.T. 1977 bzw. 1978) hiermit im kausalen Zusammenhang.

4.4 Haut- und Reaktaltemperatur

Die vorliegende Untersuchung bestätigte das bekannte gegensätzliche Verhalten von Haut- und Rektaltemperatur: während des a.T. steigt die Haut- und fällt die Rektaltemperatur stetig ab. Die Hauttemperatur der 15 Vpn lag in der Zeit vor a.T. auf 27,3 $\pm$ 3,1 ^{o}C und stieg im a.T. auf 29,3 $\pm$ 2,8 ^{o}C, das heißt um 1,7 ^{o}C steil an. Auch nach Beendigung der Obung war sie noch um o,8 ^{o}C gegenüber dem Ausgangswert erhöht. Bei der "klassischen Reaktion" erfolgte während des a.T. ein besonders steiler Anstieg um 3,2 ^{o}C von 27,1 $\pm$ 1,9 ^{o}C auf 3o,3 $\pm$ 1,2 ^{o}C.

Die Rektaltemperatur fiel beim Gesamtkollektiv von 37,15 $\pm$ o,21 ^{o}C auf 37,o6 $\pm$ o,2 ^{o}C um o,o9 ^{o}C im a.T. stetig ab. Die "klassische Reaktion" zeigte bei einer Ausgangstemperatur von 37,17 $\pm$ o,26 ^{o}C einen Abfall um o,12 ^{o}C auf 37,o5 $\pm$ o,25 ^{o}C.

Als Maß dafür, daß die Probanden das a.T. beherrschten, darf wohl das Fehlen von "Initialzacken" gelten. Diese treten am Anfang und auch bei Beginn einer neuen Grundübung des a.T. auf und sind Ausdruck einer Vasokonstriktion. Es scheint sich hierbei um eine kurze Orientierungs-, bzw. Schreckreaktion bei Beginn einer neuen Aufgabe zu handeln, ist daher bei wenig

trainierten Personen noch deutlich zu beobachten und verschwindet bei gut trainierten Personen völlig (LINDEN, 1977).

BINSWANGER (zit. n. LUTHE, 197o) beschreibt einen mittleren Hauttemperaturanstieg von 1,4 °C (6 Vpn), ebenso GRABOWSKA (1971) bei 38 Vpn in Hypnose; zudem wird eine Amplitudenzunahme der Rheoangiographischen Kurve ohne Veränderungen der oszillographischen Messungen beobachtet. Dieses Phänomen wird auf eine Verbesserung der kollateralen Zirkulation zurückgeführt.

Wie im Kap. 4.1., S. 52, beschrieben wurde, hängt die Durchblutung und auch die Hauttemperatursteigerung wesentlich vom Stadium der erreichten Hypnosetiefe ab. Die Hauttemperaturerhöhungen bei 35 Vpn reichten hier von o,1 - o,7 °C bei mäßiger Suggestibilität, über o,3 - o,6 °C bis zu o,8 - 3,4 °C bei hoher Suggestibilität.

POLZIEN (1959) findet bei 21 bzw. 31 Versuchen einen durchschnittlichen Temperaturanstieg an den Akren von 1,3 °C. Dabei betrug die mittlere Kerntemperatursenkung ca. o,2 °C, der maximale Kerntemperaturabfall o,8 °C.

Eine weitere Untersuchung (BERGER, 1981) bestätigte diesen Befund: Bei 19 Vpn und 43 Versuchen stieg die Hauttemperatur am Finger von 29,23 ± 2,o2 °C in 13 min auf 31,o2 ± 1,99 °C mit einer durchschnittlichen Erhöhung der Hauttemperatur von 1,79 ± 1,29 °C. Die Rektaltemperatur sank von einem Ausgangswert von 37,19 ± o,27 °C ständig ab und erreichte nach 23 ± 6 min, also erst nach a.T.-Ende, ihr Minimum mit 37,oo ± o,26 °C. Die durchschnittliche Senkung betrug damit o,21 ± o,14 °C.

In diesen Untersuchungen wird die Kerntemperatur mit der Rektaltemperatur gleichgesetzt. Eigentümlich ist jedoch eine Untersuchung, die einen signifikanten Anstieg der Mundtemperatur,

also auch der Kerntemperatur, bei 33 Vpn mit neutraler Hypnoseinduktion aufweist (JACKSON, BARKLEY, PASHKO, 1976). Ob dafür als Ursache die Induktion von Handentspannung und Leichtigkeit (statt Schweregefühl wie bei a.T.), was eventuell mit einem Frischegefühl gleichzusetzen ist, in Frage kommt, darf dahingestellt sein.

Eine Änderung der Körperkerntemperatur, also der Rektaltemperatur, kann durch viele Faktoren beeinflußt werden (zentrale Sollwertverstellung, Konvektion, spezifisch dynamische Stoffwechselwirkung). Die Senkung der Rektaltemperatur im a.T. mit Anstieg der Hauttemperatur und subjektivem Wärmeempfinden wird aber wohl am ehesten, wie im Kap. 4.1., S. 52 beschrieben wurde, als Folge einer Durchblutungssteigerung mit Eröffnung von arterio - venösen Anastomosen zu interpretieren sein.

4.5 Reaktive Hyperämie

Es erscheint sinnvoll, eine Vpn, die einen auffallend anderen Verlauf der Hauttemperatur aufweist, gesondert zu beschreiben. Dieser Reaktionstyp der "reaktiven Hyperämie" ist durch einen nur schwachen Anstieg der Hauttemperatur während des a.T. gekennzeichnet; die eigentliche Warmreaktion erfolgte jedoch erst nach a.T.-Ende mit einem Maximum der Hauttemperatur von 29,8 ^{o}C in der 11. min nach Beendigung der Übung, d.h. im a.T. kam es zwar zu einem Anstieg der Hauttemperatur, der aber geringer war als beim Gesamtkollektiv (1,4 ^{o}C statt 1,7 ^{o}C beim Gesamtkollektiv) und von einem Anstieg nach Übungsabbruch gefolgt wurde (3 ^{o}C). Auffallend ist ferner die niedrige Ausgangstemperatur von 22,5 ^{o}C im Sinne einer Vasokonstriktion im Vergleich zu 27,6 $\pm$ 2,8 ^{o}C beim Gesamtkollektiv. Der Mechanismus dieses Verhaltens ist noch nicht geklärt. Denkbar wäre, daß die besonders niedrige Hauttemperatur im a.T. bis zu einem Schwellenwert, wenn auch nur zögernd ansteigt, und dann rasch einen maximalen Anstieg erfährt aufgrund lokal angehäufter Metabolite, die bei der anfänglichen Vasokonstrik-

tion entstanden sind. Zwangsläufig muß die Hauttemperatur nach Abtransport der Metabolite wieder sinken. Da der Anstieg der Hauttemperatur aber in unmittelbarem Zusammenhang mit Beendigung des a.T. steht, ist eine andere Erklärung schlüssiger: der Proband war trotz gutem Trainingszustand (erkenntlich am Abfall der Rektaltemperatur) durch die spezielle Versuchsanordnung mit liegender Kanüle erheblich irritiert. Die niedrige Hauttemperatur vor a.T.-Beginn konnte so Ausdruck einer durch Angst ausgelösten Sympathikusaktivierung mit Vasokonstriktion sein. Während des a.T. vermochte der gute Trainingszustand des Probanden nur einen geringen Anstieg der Hauttemperatur zu bewirken, die durch aktive Konzentration auf niedrigem Niveau gehalten wurde. Erst nach Beendigung der Übung entfiel der Faktor Angst bzw. die aktive Konzentration auf das Wärmeerlebnis, was sich in Sympathikolyse mit Gefäßdilatation und schlagartigem Anstieg der Hauttemperatur äußerte. Für diese Erklärung spricht die Tatsache, daß derselbe Proband bei einer anderen Versuchsanordnung (Messung der Haut-, Rektaltemperatur mit mikroskopischer Untersuchung der Kapillaren im Nagelwall während a.T., BERGER, 1981) einen regelrechten Verlauf der Hauttemperatur zeigte.

Die Vpn mit "reaktiver Hyperämie" zeigt einen Verlauf der Durchblutung, der dem der Hauttemperatur weitgehend entspricht. Vor a.T. ist die Fingerdurchblutung beim Gesamtkollektiv 8-fach größer als diejenige bei "reaktiver Hyperämie", während des a.T. nur noch 4-fach größer. Nach a.T.-Ende ist sie nur noch halb so groß. Als Folge der nur leicht gestiegenen Durchblutung im a.T. steigen auch die Werte der Oximetrie langsam an und liegen generell unter dem Niveau des Gesamtkollektives. Auffallend ist, daß der beim Gesamtkollektiv vorhandene Abfall der O_2-Sättigung um 1,4 O_2% während des a.T. in der Gruppe mit "reaktiver Hyperämie" 9,2 O_2% beträgt. Ein Vergleich zwischen diesem Reaktionstyp und demjenigen mit hohem Vasomotorentonus zeigt, daß beide Gruppen durch eine stark erniedrigte Ausgangstemperatur gekennzeichnet sind. Diese steigt

jedoch bei der ersten Gruppe langsam und kontinuierlich im a.T., sowie nach a.T.-Ende sprunghaft bis zu einem Maximum an, während die Temperaturänderung bei der zweiten Gruppe sehr schnell, noch vor a.T.-Beginn erfolgt, um dann ständig abzufallen. Zusammenfassend könnte die Temperaturänderungsgeschwindigkeit von einem niedrigen Niveau aus als die Ursache für den Reaktionstyp der "reaktiven Hyperämie" angesehen werden, wobei der Trainingszustand des Probanden sowie die Irritation durch die spezielle Versuchsanordnung eine sicher nicht unbedeutende Rolle spielten. Daß aber eine Gesamtumschaltung mit Erleben der Warmreaktion stattgefunden hat, konnte dem Fragebogen, sowie dem Abfall der Rektaltemperatur entnommen werden.

4.6 Blutbild

Die Ergebnisse haben gezeigt, daß das weiße Blutbild durch das a.T. eine Veränderung erfährt. Dabei stieg als Hauptbefund die Zahl der Leukozyten im a.T. und bis 17 $\pm$ 3 min danach um 15,1 % an und beruhte wohl hauptsächlich auf Zunahme der absoluten und relativen Leukozytenfraktion. Um dieses Phänomen interpretieren zu können, muß daran erinnert werden, daß die Steuerung der Leukozyten über humorale und nervale Wege läuft (s. Kap. 1.4, S. 15). Hier spielen 1. die Glukokorticoide aus der Nebennierenrinde und 2. die vegetative Steuerung eine entscheidende Rolle.

1. Cortisol

Cortisol wird im Streß als Folge einer vermehrten CRF, bzw. ACTH-Ausschüttung vermehrt freigesetzt (SELYE, 1974). Wenn nun Cortisol als "Streßhormon" auf das hämatopoetische System im Sinne einer neutrophilen Leukozytose mit Eosinopenie und Lymphopenie wirkt, muß im a.T. eine Abnahme des Cortisolspiegels zu erwarten sein, was bereits bestätigt und in der Einleitung (s. Kap. 1.4., S. 15) beschrieben wurde. Blutbildveränderungen, die ausschließlich einem reduzierten Plasma-

cortisolspiegel entsprechen (also Leukopenie und Lymphozytose) konnten in dieser Untersuchung nicht beobachtet werden. Zwar wurde auch eine absolute und relative Lymphozytose gefunden, doch die Leukozyten waren im Sinne einer Leukozytose vermehrt. Möglich ist, daß sich die Zahl der Lymphozyten durch das a.T. so stark vergrößerte, daß auch die Gesamtleukozytenzahl im a.T. anstieg. Einen Hinweis für die Richtigkeit dieser Vermutung liefert auch die Beobachtung, daß der relative Anteil der segmentkernigen Granulozyten im a.T. sinkt, während ihre absolute Zahl unverändert bleibt. Daß die Zahl der Leukozyten im a.T. wohl tatsächlich ansteigt, belegt eine weitere Untersuchung. Die Suggestion einer gesteigerten Leberdurchwärmung bewirkte bei 7 von 11 Vpn einen deutlichen Blutzuckeranstieg mit gleichsinnigem Verlauf der Leukozytenkurve (Anstieg um ca. 3oo Leukoz./µl von 9ooo auf 12 ooo Leukoz./µl). Eine Erklärung für dieses Verhalten der Leukozyten, ob durchblutungsbedingt oder als Folge von vermehrt ausgeschwemmten Zellen, wird nicht geliefert (MARCHAND, 1956). Wahrscheinlich hätte hier ein Differentialblutbild Klärung verschafft. Zum weiteren Verständnis der Blutbildveränderungen im a.T. ist zu erwähnen, daß der Regelkreis: CRF - ACTH - NNR (Cortisol) durch zentralnervöse Einflüsse aus dem limbischen System, der Umschaltstelle vom nervalen afferenten zum humoralen efferenten Reiz, überlagert wird. Psychische, weniger physische Belastungen und eine ergotrope Reaktionslage erhöhen den Sollwert (WEISBECKER, 1973).

2. Vegetative Steuerung

Wenn eine ergotrope Reaktionslage Einfluß auf den Cortisolspiegel hat, muß auch eine Verringerung der Sympathicusaktivität im Sinne einer Symathicolyse wie im a.T., den Wert des Plasmakortisolspiegels verändern. Zudem erscheint es möglich, daß Sympathicus bzw. Parasympathicus direkte Wirkungen auf das Blutbild ausüben. Bekannt ist, daß die Vermehrung der myeloischen Leukozyten im Blut vom ZNS aus über den Sympathicus zustande kommt, während der Abfall der myeloischen Leukozyten

mit Anstieg der Lymphozyten eine parasympathische Reaktion ist. Auf das Knochenmark wirkt der Sympathicus allerdings im Sinne einer Zellverringerung, der Parasympathicus im Sinne einer Zellvermehrung. Diese scheinbare antagonistische Wirkung dieser Nerven auf Blut und Knochenmark ist aber dadurch zu erklären, daß einer vermehrten Ausschwemmung der Zellen aus dem Knochenmark ins Blut, was mit einer Vermehrung einhergeht, eine Zellarmut des Marks folgt (HOFF, 1962). Zusammenfassend darf gefolgert werden, daß das a.T. mit einer Verringerung des Sympathicustonus also in Richtung Trophotropie einhergeht, und dies den Abfall der segmentkernigen Granulozyten sowie die Vermehrung der Lymphozyten herbeiführt. Allerdings muß auch bei dieser Interpretation einer Sympathicolyse im a.T. die absolute Leukozytose wie in Punkt 1 verstanden werden.

Erklärungen über das Zustandekommen einer Lymphozytose, liefern Punkt 1 und 2. Woher aber diese Zellen stammen, ist noch unklar. Möglich ist eine Umverteilung, wenn man voraussetzt, daß sich Lymphozyten hinsichtlich ihrer Verteilung wie Granulozyten verhalten. Demnach müßte eine Vermehrung der Lymphozytenzahl mit einem Übertritt von Lymphozyten aus dem marginalen in den zirkulierenden Pool einhergehen (FRICK, 1976). Zusätzlich darf eine Zellausschwemmung z.B. auf Grund einer Durchblutungssteigerung aus den Organen des RES diskutiert werden, die eine Verteilungslymphozytose positiv verstärken könnten.

Im a.T. bleib der relative Anteil und die absolute Zahl der Monozyten zunächst unbeeinflußt, stieg nach a.T.-Ende aber signifikant über das Ausgangsniveau. Nach SCHILLING (1959) erfolgt im Verlauf der "biologischen Leukozytenkurve" vor der Phase III, der "Heilphase" (entspricht der trophotropen, parasympathischen Reaktion nach HOFF, 1962), eine kurzdauernde Monozytenerhöhung, zu einem Zeitpunkt, an dem auch die Lymphozyten bereits anfangen, anzusteigen. Man könnte also den Monozytenanstieg nach a.T. als Ausdruck des Beginns der trophotropen Reaktionslage deuten.

Abschließend sei nach Darstellung der in dieser und in anderen wissenschaftlichen Untersuchungen ermittelten Ergebnisse noch eine Veröffentlichung (JANA, 1967) erwähnt, der wohl mit Skepsis zu begegnen ist. Bei 47 Vpn zeigten die untersuchten physiologischen Parameter (Mundtemperatur, Puls, Blutdruck, Frequenz und Tiefe der Atmung, pulmonale Ventilation) weder im hypnotischen noch im nicht hypnotischen Stadium irgendeine Veränderung. Nach Studium der Literatur über Veränderungen von physiologischen Funktionen durch Hypnose und a.T., was auch in der vorliegenden Untersuchung festgestellt werden konnte, muß das Resultat der erwähnten Veröffentlichung stark angezweifelt werden.

5.0 Zusammenfassung

Bei 15 Vpn im Alter von 2o - 3o Jahren wurde im a.T., das die Probanden gut beherrschten, die Fingerdurchblutung venenverschlußplethysmographisch und die Sauerstoffsättigung des venösen Blutes der Ellenbeugenvenen oximetrisch gemessen; dabei wurde fortlaufend die Fingerhaut- und Rektaltemperatur thermoelektrisch registriert. Zudem wurde vor, während und nach a.T. je ein Blutbild und Differentialblutbild bestimmt.

Ergebnisse:

HAUT-, REKTALTEMPERATUR, DURCHBLUTUNG und VENÖSE SAUERSTOFFSÄTTIGUNG:

Beim Gesamtkollektiv (15 Vpn) stieg die Fingerhauttemperatur (T_H) im a.T. von 27,6 ± 2,7 °C (Ausgangswert vor a.T.) um 1,7 °C auf 29,3 ± 2,7 °C sehr signifikant ($p = o,o1$) an und sank nach dem a.T. wieder signifikant ($p = o,o5$) um o,9 °C ab. Die Rektaltemperatur sank durch das a.T. von 37,15 ± o,21 °C um o,o9 °C auf 37,o6 ± o,2 °C hochsignifikant ($p < o,ooo5$) mit einer Geschwindigkeit von o,o9 °C/h ab. Die Fingerdurchblutung schien vor a.T. um 2,2 auf 7,7 ± 7,1 ml/1oo ml Gew . min abzufallen ($p < o,1$), stieg dann im a.T. um 4,8 auf 12,5 ± 9,2 ml/1oo ml Gew . min sehr signifikant ($p < o,oo5$) an und sank nach a.T. wieder um 4,4 ml/1oo ml Gew . min signifikant ($p < o,o5$) ab. Die venöse Sauerstoffsättigung stieg im a.T. sehr signifikant ($p < o,o1$) um 3,3 O_2% auf 81,9 ± 1o,8 O_2% an und sank nach a.T. wahrscheinlich signifikant ($p < o,1$) um 4,7 auf 77,2 ± 13,o O_2% ab.
Nach dem Verlauf der Hauttemperatur wurden 4 Untergruppen gebildet:

1. Bei Gruppe I mit "klassischer Reaktion" der Hauttemperatur (8 Vpn) stieg die Fingerhauttemperatur von 27,1 ± 1,9 °C (Ausgangswert vor a.T.) um 3,2 °C auf 3o,3 ± 1,2 °C bei a.T.-Ende sehr signifikant ($p < o,o1$) an und sank nach a.T. sehr signifikant ($p < o,oo5$) um 1,9 °C auf 28,4 ± 1,o °C ab. Die Rektaltemperatur fiel im a.T. von 37,17 ± o,26 °C (Ausgangswert

vor a.T.) um o,12 °C auf 37,o5 ± o,25 °C hochsignifikant ($p < o,ooo5$) ab. Die Fingerdurchblutung stieg von 7,7 ± 7,7 ml/1oo ml Gew . min (Ausgangswert vor a.T.) um 9,6 auf 17,3 ± 9,7 ml/1oo ml Gew . min hochsignifikant ($p < o,ooo5$) an und fiel nach a.T. auf 7,6 ± 4,9 ml/1oo ml Gew . min signifikant ($p < o,o25$) ab. Die venöse Sauerstoffsättigung stieg im a.T. um 4,9 auf 82,7 ± 9,1 O_2% signifikant ($p < o,o5$) an und sank nach a.T. nicht signifikant auf 77,8 ± 12,6 O_2% ab ($p < o,5$).

Die folgenden Aussagen über Gruppe II - IV waren statistisch nicht absicherbar:

2. Gruppe II (4 Vpn) mit niedrigem Vasomotorentonus war gekennzeichnet durch das hohe Ausgangsniveau der Hauttemperatur vor a.T.-Beginn (3o,6 ± 1,4 °C), einen nur geringen Anstieg im a.T. um o,5 °C und einem fehlenden Abfall nach a.T. Das Absinken der Rektaltemperatur war mit o,o7 °C geringer als bei Gruppe I. Durchblutung und venöse O_2-Sättigung lagen generell über den Werten von Gruppe I, stiegen im a.T. nur gering an und fielen nach a.T.-Ende nur wenig ab.

3. Gruppe III (1 Vpn) mit "reaktiver Hyperämie" war gekennzeichnet durch einen geringeren Anstieg der Hauttemperatur als Gruppe I (1,4 °C), im a.T., dem ein steiler Anstieg nach a.T.-Ende (um 3 °C auf 29,8 °C) folgte. Der Verlauf der Rektaltemperatur entsprach dem der Gruppe I. Die Durchblutung stieg im a.T. um das 5-fache, dagegen nach a.T.-Ende um das 13-fache des Ausgangswertes auf 11,5 ml/1oo ml Gew . min an. Die venöse O_2-Sättigung zeigte einen ebenfalls steilen Anstieg nach a.T.-Ende um 4,7 O_2% auf 73 O_2%.

4. Gruppe IV (2 Vpn) mit hohem Vasomotorentonus war gekennzeichnet durch ein niedriges Niveau der Hauttemperatur (25 °C). Von diesem Ausgangswert sank die Hauttemperatur im a.T. stetig auf 24,1 °C ab. Die Rektaltemperatur stieg im a.T. um o,o5 °C an. Die Durchblutung befand sich ständig auf einem niedrigen Niveau (1,2 ml/1oo ml Gew . min bei a.T.-Ende), ebenso die venöse O_2-Sättigung (68 O_2% bei a.T.-Ende).

BLUTBILD und DIFFERENTIALBLUTBILD:

Die Auswertung des Blutbildes erfolgte ohne Bildung von Untergruppen. Von 13 Vpn wurden jeweils 3 Blutproben (vor, während und nach a.T.) ausgewertet. Veränderungen wurden nur im weißen Blutbild festgestellt:

1. Die Zahl der Leukozyten stieg im a.T. und darüber hinaus von 595o ± 13oo/µl um 9oo auf 685o ± 146o/µl sehr signifikant ($p < o,oo5$) an. Dieser Leukozytenanstieg war vorwiegend auf eine Zunahme der Lymphozyten zurückzuführen.

2. Der relative Anteil der segmentkernigen Granulozyten nahm im a.T. von 6o,75 ± 7,3 % auf 58,17 ± 7,41 % signifikant ($p < o,o5$) ab und war nach a.T.-Ende mit 57,o ± 5,3 % gegenüber dem Ausgangswert hochsignifikant ($p < o,oo1$) erniedrigt. Die Zahl der segmentkernigen Granulozyten änderte sich dagegen nicht signifikant.

3. Der relative Anteil der Lymphozyten stieg im a.T. von 32,75 ± 6,28 % auf 35,38 ± 6,54 % sehr signifikant ($p < o,o1$) an und war nach a.T.-Ende mit 36,25 ± 4,8 hochsignifikant ($p < o,oo1$) gegenüber dem Ausgangswert vor a.T. erhöht. Die Zahl der Lymphozyten veränderte sich im selben Sinne mit stärkerer Ausprägung: Sie stieg im a.T. von 1990 ± 58o/µl auf 218o ± 54o/µl signifikant ($p < o,o5$) und weiter auf 252o ± 67o/µl nach a.T.-Ende sehr signifikant ($p < o,o1$) an und war somit nach dem a.T. hochsignifikant ($p < o,oo1$) um 52o/µl gegenüber dem Ausgangswert erhöht.

4. Der relative Anteil der Monozyten hatte sich nach dem a.T. von 4,o8 ± 3,o9 % (Ausgangswert vor a.T.) auf 4,38 ± 2,6 % signifikant ($p = o,o25$) vergrößert. Die Zahl der Monozyten war nach dem a.T. noch stärker von 22o ± 17o/µl auf 29o ± 18o/µl sehr signifikant ($p < o,o1$) um 7o/µl angestiegen.

Herrn Professor Dr. med. P. POLZIEN von der Med. Poliklinik Julius-Maximilians-Universität Würzburg möchte ich für die freundliche Oberlassung dieses interessanten Themas sowie für die Beratung herzlich danken.

6.0 LITERATUR

1. ALNAES, R. and O.E. SKAUG: Über Veränderungen der Cortisonwerte im Blut bei Heterohypnose und bei passiver Konzentration auf Schwere- und Wärmeformeln des Autogenen Trainings in: W. LUTHE (Ed.): International Edition. Autogenic Training. Correlationes Psychosomaticae Grune & Stratton, New York-London: 1965, 71 - 78.

2. ASCHOFF, J.: Die obere Extremität im Dienst der physikalischen Temperaturregulation Pflügers Arch. 249 (1947): 148

3. ASCHOFF, J.: Temperaturregualtion in: J. ASCHOFF, B. GÜNTHER u. K. KRAMER: Energiehaushalt und Temperaturregulation: GAUER-KRAMER-JUNG: Physiologie des Menschen, Bd. 2 Urban & Schwarzenberg-Verlag, München-Berlin-Wien: 1971.

4. AYA, Y.: Studies on the influence of emotions upon the blood cholesterol level Fukuoka Acta Medica 58 (1967): 7

5. BARCROFT, H., K.D. BOCK, H. HENSEL and A.H. KITCHIN: Die Muskeldurchblutung bei indirekter Erwärmung und Abkühlung Pflügers Arch. ges. Physiol. 261 (1955): 199

6. BARENDSEN, G.J.: Blood flow in human extremities at rest, after arterial occlusion and after exercise Inaugural Dissertation, Groningen 1973.

7. BAROLIN, G.S.: Autogenes Training heute
Münch. Med. Wschr. 12o (1978): 1289 - 1294

8. BERGER, U.: Ober die Genese der Wärmereaktion beim Autogenen Training
Inaugural Dissertation, Würzburg, 1981.

9. BOLLINGER, A.: Durchblutungsmessungen in der klinischen Angiologie
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart: 1969

1o. BOLLINGER, A., F. MAHLER and M. ANLIKER: Velocity of red blood cells in human nailfold capillaries
Acta. chir. scand. Suppl. (1976): 7 - 9

11. CLARK, R.E. and A.G. FORGIONE: Gingival and digital vasomotor response to thermal imagery in hypnosis
J. dent. Res. 53, (1974): 792 - 796

12. CLAUSS, G. und H. EBNER: Grundlagen der Statistik, 3. Aufl.
Verlag-Harri-Deutsch, Thun u. Frankfurt/M.: 1979

13. DELIUS, L.: Emotion und Kreislauf
Wien. Klin. Wochenschr. 81, (1969): 563 - 569

14. DOBETA, H. SUGANO, H. and OHNO, Y.: Circulatroy changes during autogenic training
in: J.J. LOPEZ IBOR (Ed.): IV World Congress of Psychiatry, Madrid (1966)
International Congress Series, No. 117, 45. Excerpta Medica Foundation. Amsterdam, 1966.

15. DRUNKENMÖLLE, C. u. M. BARTUSCH: Änderung der Ruhedurchblutung der oberen Extremitäten während der Wärmeübung des Autogenen Trainings
Z. ges. Inn. Med. 26 (1971): 278 - 9

16. FINER, B. and K. GRAF: Circulatory changes accompanying hypnotic imagination of hyperalgesia and hypoalgesia in causalgic limbs
Z. ges. exp. Med. 146 (1968): 97 - 114

17. FREEMAN, N.E.: The effect of temperature on the rate of blood flow in the normal and in the sympathectomizes hand
Amer. J. Physiol. 113 (1935): 384

18. FRICK, P.: Blut
in: W. SIEGENTHALER (Ed.): Klinische Pathophysiologie
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1976

19. GOLENHOFEN, K.: Physiologie der Kurzschlußdurchblutung
in: F. HAMMERSEN u. D. GROSS: Die arterio-venösen Anastomosen, Anatomie, Physiologie, Pathologie, Klinik
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart: 1968

2o. GOLENHOFEN, K.: Haut S. 347 - 384
in: E. BAUEREISEN: Physiologie des Kreislaufes 1 aus: E. SCHÖTZ: Lehrb. d. Physiol.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 1971

21. GORGAS, K., P. BÖCK, F. TISCHENDORF and S.B. CURRI: The fine structure of human digital arterio-venous anastomoses (HÖYER-GROSSERs organs)
Anat. Embryol. 15o (1977): 269 - 289.

22. GRABOWSKA, M.J.: The effect of hypnosis and hypnotic suggestion on the blood flow in the extremities
Pol Med. J. 1o (1971): 1o44 - 1o51

23. GREENFIELD, A.D.M.: The circulation through the skin
in: W.F. HAMILTON: Handbook of Physiology, Bd. 2: Curculation
Am Physiol. Soc., Washington DC.: 1963

24. HAMMANN, W.: Herz S. 83
in: H.A. KOHN u. H.-G. LASCH: Untersuchungsmethoden und Funktionsprüfungen in der Inneren Medizin, Bd. 1
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1975

25. HAMMERSEN, F. u. D. GROSS: Die arterio-venösen Anastomosen, Anatomie, Physiologie, Pathologie, Klinik
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart: 1968

26. HARANO, K., K. OGAWA and G. NARUSE: A study of plethysmography and skin temperature during active concentration and autogenic exercises
in: W. LUTHE (Ed.): International Edition. Autogenic Training. Correlationes Psychosomaticae
Grune & Stratton, New York-London: 1965, 55 - 58.

27. HOFF, F.: Klinische Physiologie und Pathologie, 6. Aufl.
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1962

28. IKEMINI, Y., S. NAKAGAWA, M. KIMURA, H. DOBETA, Y. OHNO u. M. SUGITA: Bloodflow change by autogenic training- including observations in a case of gastric fistula
in: W. LUTHE (Ed.): Correlationes Psychosomaticae.
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1965

29. ILLIG, L.: Die terminale Strombahn, Kapillarbett und Mikrozirkulation: Physiologie, Pathologie, Klinik
Huber-Verlag, Bern-Stuttgart: 1968

3o. JACKSON, Th. L., R.A. BARKLEY and St. M. PASHKO: The effects of hypnotic induction versus high motivation on oral temperature
Internat. J. Clin. and Exper. Hypnosis 24 (1976): 22 - 28

31. JANA, H.: Effect of hypnosis on circulation and resp
Indian. J. med. Res. 55 (1967): 591 - 598

32. LANTZSCH, W. u. C. DRUNKENMÖLLE: Kreislaufanalytische Untersuchungen bei Patienten mit essentieller Hypertonie während der ersten und zweiten Standardübung des Autogenen Trainings
Psychiatr. Clin. (Basel) 8 (1975): 223 - 228

33. LINDEN, M.: Verlaufuntersuchung des Wechsels von Herzschlag und peripherer Zirkulation während der Lernschritte des Autogenen Trainings
Psychother. med. Psychol. 27 (1977): 148 - 157

34. LUTHE, W.: Changes of iodine metabolism during autogenic therapy
in: W. LUTHE (Ed.): International Edition. Autogenic Training. Correlationes Psychosomaticae
Grune & Stratton, New York-London: 1965, 71 - 78

35. LUTHE, W.: Autogenic Therapy, Vol. IV: Research and Theory
Grune & Stratton, New York-London: 197o

36. MARCHAND, H.: Die Suggestion der Wärme im Oberbauch und ihr Einfluß auf Blutzucker und Leukozyten
Psychother. 1,3 (1956): 154-164

37. MOLL, E. u. C. REINERS: Begleitheft zu den Übungen in Biomathematik
Würzburg, 1976.

38. PELLICIONI, R. and K.H. LIEBNER: Ultraschall-Dopplersonographische Messungen von Blutströmungsänderungen während der Grundübungen im Rahmen des Autogenen Trainings
Psychiatr. Neurol. med. Psychol. (Leipzig) 32 (198o): 29o-297

39. PIIPER, J.: Physiologie der Atmung
in: J. PIIPER, H.P. KOEPCHEN: Atmung
GAUER-KRAMER-JUNG: Physiologie des Menschen, Bd. 6
Urban & Schwarzenberg-Verlag, München-Berlin-Wien: 1971

4o. POLZIEN, P.: Die Änderung der Thermoregulation bei der Gesamtumschaltung durch das autogene Training.
Z. ges. exper. Med. 125 (1955): 469 - 481

41. POLZIEN, P.: Ober die Physiologie des hypnotischen Zustandes als eine exakte Grundlage für die Neurosenlehre
Acta-neuro-psychologica Supp. 7 (1959)

42. POLZIEN, P.: EKG-Änderungen während des ersten Versuchs der Schwereübung des Autogenen Trainings
in: W. LUTHE (Ed.): International Edition. Autogenic Training. Correlationes Psychosomaticae.
Grune & Stratton, New York-London: 1965, 69 - 7o

43. POLZIEN, P.: Somatische Neurosenforschung und ihre Beziehung zu J.H. Schultz
Schweiz. Arch. Neurol. Neurochir. Psychiatr. 113 (1973): 343 - 356

44. RICK, W.: Klinische Chemie und Mikroskopie
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 1974

45. RODDIE, I.C., J.T. SHEPHERD and R.F. WHELAN: Evidence from venous saturation measurements that the increase in forearm blood flow during body heating is confined through the skin
J. Physiol. (London) 134 (1956): 444

46. RODDIE, I.C., J.T. SHEPHERD and R.F. WHELAN: A comparison of the heat elimination from the normal and nerve-blocked finger during body heating
J. Physiol. (London) 138 (1957): 445

47. SAPIR, M. u. F. REVERCHON: Modifications objectives - circulatoires et digestives - au cours du Training Autogène
in: W. LUTHE (Ed.): Correlationes Psychosomaticae
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1965

48. SCHIEBLER, T.H.: Morphologie der Haut
Vortrag 1o. Arb. Tgg. d. Arbeitskreises "Gynäkologische Balneotherapie", Würzburg: 1976

49. SCHILLING, V.: Praktische Blutlehre, 16. Aufl.
Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart: 1959

5o. SCHMIDT, R.F. u. G. THEWS: Physiologie des Menschen, 2o. Aufl.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York: 198o

51. SCHULTZ, I.H.: Das autogene Training 17. unveränderte Aufl.
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1976

52. SELYE, H.: Textbook of Endocrinology
Acta Endocrinologica, Université de Montréal, Canada: 1947

53. SELYE, H.: Stress-Bewältigung und Lebensgewinn
R. Piper & Co-Verlag, München-Zürich: 1974

54. STAUBESAND, J.: Zur Morphologie der arteriovenösen Anastomosen
in: H. BARTELHEIMER u. H. KOCHMEISTER: Kapillaren und Interstitium
G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1955

55. TEBECIS, A.K., Y. OHNO, H. MATSUBARA, H. SUGANO and T. TAKEYA: A longitudinal study of some physiological parameters and autogenic training
Psychother. Psychosom. 27 (1976/77): 8 - 17

56. TEICHNER, W.H. and J.M. LEVINE: Digital vasomotor conditioning and body heat regulation Psychophysiology 5 (1968): 67 - 76

57. VOGEL, W. u. D. LANGEN: Periphere Durchblutungsänderungen während des Erlernens des autogenen Trainings in: I.J.J. LOPEZ (Ed.): IV. World Congr. of Psychiat. Internat. Congr. Ser. 117, 45 Excerpta Med. Found. 1966

58. WALDEYER, A.: Anatomie des Menschen, Bd. 1 W. de Gruyter-Verlag, Berlin-New York: 1974

59. WEISBECKER, L.: Hormone in: W.D. KEIDEL: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, 3. Aufl. G. Thieme-Verlag, Stuttgart: 1973.

6o. WILKINS, R.W., J. DOUPE and H.W. NEWMAN: The rate of blood flow in the normal fingers Clin. Sci. 3 (1937/38): 4o3

61. DOCUMENTA GEIGY: Wissenschaftliche Tabellen, 7. Aufl., Kap. Statistik J. R. Geigy A.G., Basel: 1968

62. LUNGENFUNKTIONS-PRÜFUNGEN: Kap. Oximetrie Dr. Karl Thomae GmbH, Biberach a.d. Riss, 1966.

L E B E N S L A U F

2. April 1949	geboren in Berlin-Tempelhof als drittes Kind von Dr.rer.nat. Ernst Berger und seiner Frau Dr.phil. Marianne Berger, geb. Bock
1955 - 1959	Volksschule in Bad Godesberg
1959 - 1961	Nikolaus-Cusanus-Gymnasium in Bad Godesberg
1961 - 197o	Ratsgymnasium in Wolfsburg
13. Mai 197o	Abitur
1.7.197o - 31.12.1971	Grundwehrdienst als Sanitätssoldat
SS 1972 - WS 1972/73	Studium der Ökotrophologie an der Universität Gießen
1973 - 198o	Studium der Medizin, Univ. Würzburg
23. April 1976	Ärztliche Vorprüfung
31. März 1977	1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
21. August 1979	2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
1979 - 198o	Praktisches Jahr
23. Oktober 198o	3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Oktober 198o - März 1981	Anfertigung der Dissertation
1. April - 3o. Juni 1981	Assistenzarzt am Städtischen Krankenhaus Wertheim, Innere Abteilung
Juli - September 1981	Fertigstellung der Dissertation
ab 1. Oktober 1981	Assistenzarzt am Kreiskrankenhaus Tauberbischofsheim, Innere Abteilung
seit 7. Dezember 1979	verheiratet mit der Ärztin Dr.med. Ulrike Berger, geb. Müller-Limmroth, eine gemeinsame Tochter, geb. 198o

Ulrich Berger

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80